UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ENSEÑANZA DE LAS VARIABLES FÍSICAS PRESIÓN Y TEMPERATURA, BÁSICAS EN LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS.

Alejandro Quimbay Barreto

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas Y Naturales
Bogotá, Colombia
2014

ENSEÑANZA DE LAS VARIABLES FÍSICAS PRESIÓN Y TEMPERATURA, BÁSICAS EN LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS.

Alejandro Quimbay Barreto

Trabajo de grado presentado para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director
JUAN MANUEL MORENO MURILLO
Geólogo, M.Sc.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas Y Naturales
Bogotá, 2014

RESUMEN

En la constante búsqueda de una mejor comprensión por parte de los estudiantes de los diferentes conceptos se elabora el presente trabajo, en donde se pretende atreves de la meteorología, estudiar las variables físicas Presión y Temperatura, como principales variables presentes en la mayoría de los fenómenos meteorológicos.

Está dirigida a estudiantes del ciclo cuarto y quinto de básica secundaria, se ha diseñado y desarrollado para trabajar con estudiantes del colegio José María Carbonell I.E.D. en la ciudad de Bogotá D.C.

Debido a que los fenómenos meteorológicos son tan cotidianos para todos, se busca crear un escenario para que los estudiantes de una manera más real y con un lenguaje sencillo, comprendan y se apropien de estos conceptos, además de reconocer las variables físicas que intervienen en tales fenómenos.

También se busca contextualizar al estudiante en las consecuencias que conlleva la variabilidad de estos fenómenos para la comunidad y de cómo estos, pueden ser abordados para minimizar el riesgo.

Todo lo anterior se desarrolla con un enfoque didáctico desde el aprendizaje activo, donde los estudiantes serán los principales protagonistas de su propio aprendizaje.

Palabras clave:

Presión, Temperatura, Meteoros, Aprendizaje Activo.

ABSTRACT

In the constant search for a better understanding by students of different concepts this paper is made, where is to dare the weather, studying the pressure and temperature physical variables as main variables present in most of the phenomena weather.

It is aimed at students from fourth and fifth secondary basic cycle has been designed and developed to work with students of José María Carbonell I.E.D. in the city of Bogotá D.C.

Because the weather is so everyday for everyone, seeks to create a scenario for students in a more real and simple language, understand and take ownership of these concepts, and recognize the physical variables involved in such phenomena.

It also seeks to contextualize the student on the consequences associated variability of these phenomena for the community and how these will be addressed to minimize risk.

All this is developed with a didactic approach for active learning, where students are the main protagonists of their own learning.

Keywords: Pressure, Temperature, Active Learning.

CONTENIDO

Resumen III
Introducción 1
1. ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS 2
1.1. Historia de la Temperatura 2
1.2. Historia de la Presión 5
1.3. Historia de la Meteorología 15
2. ASPECTOS DISCIPLINARES 19
2.1. Presión 19
2.1.1. La presión 19
2.1.2. La presión hidrostática 20
2.1.3. La presión atmosférica 21
2.1.4. Unidades de presión 23
2.1.5. Medida de la presión 24
2.1.6. Efectos de la presión atmosférica 28
2.1.6.1. Efectos en los humanos 28
2.1.6.2. Efectos climáticos 30
2.2. La Temperatura 31
2.2.1. Unidades de temperatura 33
2.2.1.1. Celsius 33
2.2.1.2. Fahrenheit 33
2.2.1.3. Kelvin 33
2.2.2. Conversión entre escalas de Temperatura 34
2.2.3. Otras escalas 35
2.2.3.1. La escala Réaumur 35
2.2.3.2. La escala Rankine 35
2.2.4. Medida de la temperatura 36
2.2.5. Efectos de la temperatura 39
2.2.5.1. Efectos en los humanos 39
2.2.5.2. Efectos climáticos 43
2.3. Meteorología 46
3. PROPUESTA PEDAGÓGICA 51
4. CONCLUSIONES 54
Bibliografía 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Termoscopio 3
Figura 2 Diagrama de fases para el agua 5
Figura 3 Relación de densidad y flotabilidad 6
Figura 4 Vasos comunicantes 8
Figura 5 Paradoja hidrostática 8
Figura 6 Principio de pascal 10
Figura 7 Principio de pascal 11
Figura 8 Experimento de Torricelli 12
Figura 9 Diferencia de presiones 13
Figura 10 Hemisferios de Magdeburgo 14
Figura 11 Neblina, Arcoíris 15
Figura 12 Anemómetro 16
Figura 13 Carta cianométrica 17
Figura 14 Vientos planetarios 18
Figura 15 Presión 19
Figura 16 Líquidos contenidos 20
Figura 17 Capas de la atmósfera 21
Figura 18 Relación entre presión y volumen 22
Figura 19 Manómetros de tubo abierto y cerrado 25
Figura 20 Barómetro de mercurio 26
Figura 21 Barómetro aneroide 27
Figura 22 Sensor BAROCAP 28
Figura 23 Anatomía del oído 29
Figura 24 Ciclos de viento 30
Figura 25 Sensación de frio o cálido 31
Figura 26 Cambios de estado 32
Figura 27 Escalas de Temperatura 34
Figura 28 Dilatación volumétrica 36
Figura 29 Junta de dilatación 37
Figura 30 Termocupla (izq.) y termómetro infrarrojo 38
Figura 31 Estrés por frio 40
Figura 32 Fallecimientos por olas de calor 42
Figura 33 Climograma de Puerto Umbría Putumayo 44
Figura 34 Espejismo 45
Figura 35 Esquema de monitoreo de factores climáticos 46
Figura 36 Efecto invernadero 47
Figura 37 Meteorología dinámica 48
Figura 38 Meteorología física 48
Figura 39 Meteorología sinóptica, ... 49
Figura 40 Las disciplinas meteorológicas principales y especialidades 50
Figura 41 Aprendizaje Activo 51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores de conversión de unidades de presión.....24
Tabla 2 Conversión de escalas de temperatura.....34
Tabla 3 Enfermedades relacionadas con temperaturas extremas.....39
Tabla 4 Efectos estrés por frio.....41

*"*La contradicción *no es un signo de falsedad*, *ni la falta de contradicción una señal de verdad”*.

Pascal

INTRODUCCIÓN

Las variables físicas como presión y temperatura, entre otras, están presentes en muchos fenómenos meteóricos (meteoro: fenómeno que sucede en la atmósfera) como lluvia, formación de nubes, radiación, descargas eléctricas, granizada, etc. Sin embargo, se presenta una gran dificultad en el aprendizaje de los conceptos que definen estas variables en los diferentes grados de básica secundaria, al no tener un escenario adecuado para poder identificarlas, ubicarlas, definirlas y conocer sus propiedades, que son fundamentales en la comprensión de los fenómenos atmosféricos naturales.

El escenario meteorológico natural es variable, y está en constante cambio en la naturaleza cotidianamente. En la actualidad es noticia recurrente en los medios de comunicación. Debido a la variabilidad de éste, encontramos fenómenos como: calentamiento global, fenómenos del niño, la niña y las amenazas naturales por ellos generadas, que conllevan a catástrofes como: Inundaciones, avalanchas, vendavales, tormentas eléctricas, tornados, huracanes, entre otras.

Este es el escenario donde se desea ubicar a los estudiantes y desde allí, estudiar mediante una serie de actividades modulares tipo cartilla, la variabilidad de la presión y temperatura partiendo desde: Su identificación, importancia, unidades de medida y los efectos e interacciones con el medio que éstas variables presentan, durante el desarrollo de los diferentes fenómenos meteorológicos y llegar a su definición.

Esta propuesta está dirigida a los estudiantes de ciclo cuarto y quinto, de educación media del colegio José María Carbonell, ubicado en la localidad de San Cristóbal (Bogotá D.C.) con población vulnerable y ubicación socioeconómica de estrato uno y dos, quienes como otras poblaciones, han sido testigos y damnificados de los estragos que dicha variabilidad puede generar, al estar ubicados en zonas de amenaza por fenómenos meteorológicos, que incrementan el riesgo de esta población.

Los lineamientos curriculares actuales ubican estos conocimientos científicos básicos, en el tercer ciclo de educación media. Con base en lo anterior, por los contextos, desarrollos y nivel de nuestros estudiantes, estos conceptos de la física deberán ser desarrollados en el cuarto y quinto ciclo, es decir en los grados de octavo a undécimo de educación secundaria, población objeto a la cual se estaría dirigiendo esta propuesta.

Los estándares del Ministerio de Educación Nacional (MEN), no muestran estos conceptos en forma específica en ningún nivel de enseñanza, y solo se tiene una aproximación científica al clima, que se aplica desde las Ciencias Sociales, como condición para el desarrollo de los pueblos, pero no como fundamento de ciencias naturales básicas.

1. ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS

Evolución histórica de los conceptos Presión, Temperatura, y la Meteorología.

1.1. HISTORIA DE LA TEMPERATURA

El origen de la palabra temperatura es el latín *"temperare"* (bien mezclado, sin tensiones) una de las derivaciones del vocablo, que no se relaciona con la reacción ante el término que tiene la mayoría de personas. Esta es, la de relacionar temperatura con la percepción de frio o caliente y es la misma percepción que se tiene desde su génesis. En la antigüedad daban una cualidad a los objetos, según como estos excitaban sus sentidos, frio, templado, caliente, o relacionándolos con referentes tales como "frio como la nieve", "tibio como el cuerpo humano", "caliente como el fuego". Esta descripción de la propiedad de los cuerpos era independiente de su estado mecánico (forma, posición, estado de movimiento, etc.).

En el periodo griego fueron numerosos los artefactos que se accionaban con aire o vapor y que se controlaban con la variación de temperatura, pero no hay registro sobre ello, más allá de los escritos de Filo de Bizancio[1], en alguno de ellos se describe un aparato similar al que posteriormente encontramos como termoscopio.

El término temperatura, en la modernidad se ubica con la búsqueda de su medida, y es Galileo Galilei[2] a quien se atribuye la invención del primer termómetro en 1592. Éste es llamado termoscopio (Figura 1), dado que no tenía una escala de medición, sino que daba una medida cualitativa, funcionaba con una ampolla de vidrio conectada por un cuello largo y delgado. La boca del cuello se sumerge de forma vertical en un recipiente que contiene agua, al dar a la ampolla calor con las manos, el agua sale o entra del tubo por efecto de condensación y expansión volumétrica, dando como resultado, que en el cuello del recipiente cambia gradualmente la altura del líquido.

Un colega medico Santorio Santorio[3], es quien lo modifica y perfecciona para aplicarlo a su disciplina, alrededor del año 1611. En algunos escritos es también llamado barotermoscopio, ya que al ser un aparato abierto, su medida estaba influenciada, por los cambios de presión atmosférica.

---

[1] Filón de Bizancio (280 a.C. - ca. 220 a.C.) Escritor griego cuyos escritos trataron entre otras cosas, sobre mecánica

[2] Galileo Galilei (Pisa, 15 de febrero de 1564 – Arcetri, 8 de enero de 1642) pionero en las modernas matemáticas, astrónomo, filósofo, ingeniero, y físico italiano

[3] Sanctorius o Santorius (nacido el 29 de marzo 1561, Capodistria; murió el 22 de febrero de 1636, Venecia), médico italiano que fue el primero en servirse de instrumentos de precisión en la práctica de la medicina

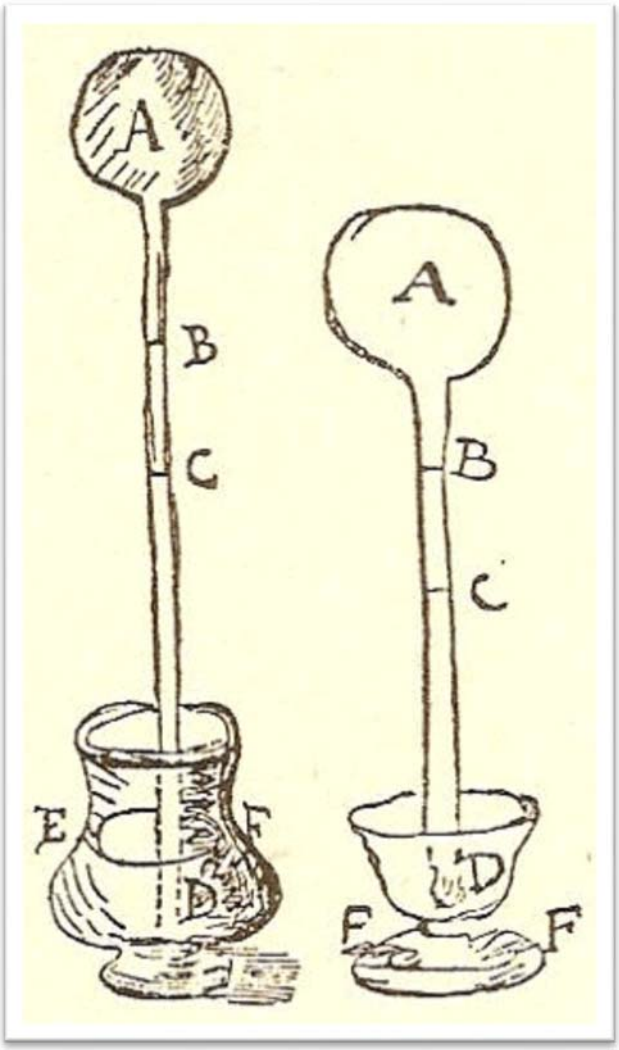


FIGURA 1 TERMOSCOPIO[4]

Fueron también notables durante el mismo tiempo, aquellos que trabajaron con el mismo principio del termoscopio. Entre ellos se destacan: Christian Huygens[5] y Fernando II de Medici[6], este último, fue quien construyo el primer termómetro cerrado en 1654, y a quien se atribuye justamente el término "termómetro ".

[4] Tomado de: http://www.fattidiscienza.it/wp-content/uploads/2014/02/8_bozzetto-termoscopio_Galileo.gif

[5] Christian Huygens (La Haya, 14 de abril de 1629 – ibídem, 8 de julio de 1695) fue un astrónomo, físico y matemático holandés

[6] Fernando II de Médici, (Florencia, 14 de julio de 1610 - 23 de mayo de 1670), quinto Gran Duque de Toscana entre 1621 y 1670.

En 1705 Guillaume Amontons [7] publica sus resultados en la medición de la temperatura con termómetros de mercurio, junto con la relación de los gases y la presión, e introduce el término "cero absoluto" para temperatura, termino retomado luego por Lord Kelvin en 1848.

Fue hasta 1709 cuando Gabriel Fahrenheit[8], diseña el termómetro calibrado de alcohol y cinco años más tarde el de mercurio, que da una revolución en la medida de la temperatura, y es usado aún en la actualidad.

Después de Fahrenheit encontramos el trabajo de Réaumur[9], de quien también sobrevive su escala del mismo nombre, con muy pocas aplicaciones, y en 1742 se presenta la escala Celsius[10], que debe su nombre al igual que las anteriores a su inventor. Tras la muerte de Celsius, fue modificada por Carl Linnaeus[11] invirtiendo los valores de la escala y es así, como la conocemos ahora. También es llamada centígrada, al constar de cien divisiones.

En 1744, Lomonósov [12] publica un artículo teórico del frio y el calor como un movimiento microscópico. Teoría que cien años más tarde, fue capitalizada por Kelvin[13] quien publica en 1848 en la revista Cambridge and Dublín Mathematical Journal, un artículo titulado*: "Acerca de una escala termométrica absoluta en base a la teoría de Carnot[14] sobre la fuerza motriz del calor y calculada a partir de las observaciones de Regnault[15]".* En él, describe que hay una temperatura "cero absoluta", en la cual las partículas de una sustancia carecen de movimiento.

Para 1780 se estima que había cerca de 30 diferentes escalas para medir la temperatura. La escala de Kelvin, es adoptada como el estándar internacional en 1954, en la décima conferencia general de pesos y medidas[16]y se define la unidad de temperatura termodinámica en términos del intervalo entre el cero absoluto y el

---

[7] Guillaume Amontons (31 de agosto de 1663, París-11 de octubre de 1705, París, Francia) fue un físico e inventor francés.

[8] Daniel Gabriel Fahrenheit (Gdansk, 24 de mayo de 1686 - La Haya, Holanda, 16 de septiembre de 1736) físico alemán, ingeniero e instrumentador

[9] René Antoine Ferchault de Réaumur (La Rochelle, Francia, 28 de febrero de 1683 - Saint-Julien-du-Terroux, 17 de octubre de 1757) físico, entomólogo francés

[10] Anders Celsius (Uppsala 27 de Noviembre de 1701 – 25 abril 1744) físico y astrónomo sueco.

[11] Carl Linnaeus (Carl von Linn´e), (Råshult, 23 de mayo de 1707 – Upsala, 10 de enero de 1778),científico, naturalista, botánico y zoólogo sueco

[12] Mijaíl Vasílievich Lomonósov (Denisovka19 de noviembre de 1711– San Petersburgo 15 de abril de 1765) científico, geógrafo, y escritor, ruso

[13] William Thomson, primer barón Kelvin, (Belfast 26 de junio de 1824 - Largs, Ayrshire, 17 de diciembre de 1907) físico y matemático británico

[14] Nicolas Léonard Sadi Carnot (París, 1 de junio de 1796 - 24 de agosto de 1832), ingeniero francés

[15] Henri Victor Regnault (Aquisgrán 21 de julio de 1810 – 19 de enero de 1878) químico y físico francés

[16] Es el órgano que tiene a su cargo tomar decisiones en materia de metrología en lo referente al Sistema Internacional de Unidades. Fue creada por la Convención del Metro, en 1875.

punto triple del agua (punto en el que las tres fases del agua coexisten de forma equilibrada, Figura 2) cuyo valor es 273,16 K (0,01 °C) y 0,006 atmósferas. Nótese que el símbolo de grados es retirado y solo se representa por la letra K.

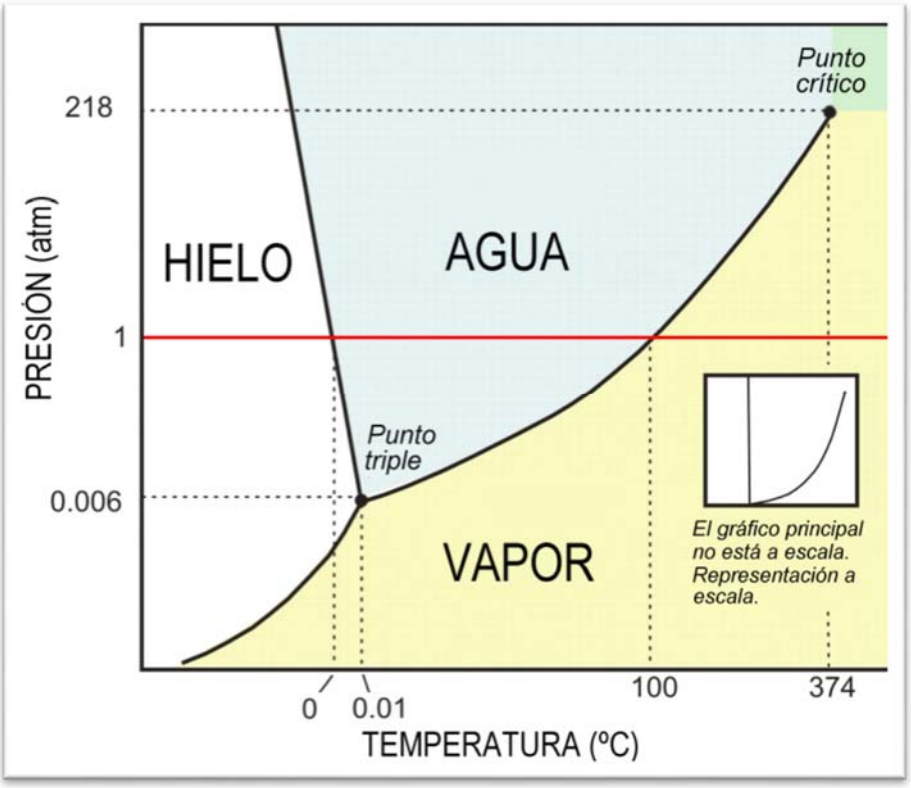


FIGURA 2 DIAGRAMA DE FASES PARA EL AGUA[17]

1.2. HISTORIA DE LA PRESIÓN

El termino presión proviene del latín "*pressío*" (Acción y efecto de apretar o comprimir) y para estudiar esta propiedad, nos remontamos hasta Arquímedes[18], quien postulo las bases del estudio de la Estática de los cuerpos sólidos y también de la hidrostática o la estática de los fluidos, y en especial lo referente a la flotación de los cuerpos (Principio de Arquímedes). Sus estudios fueron tan notables, que aún son la base del conocimiento científico en este aspecto, hasta el renacimiento de la ciencia en los tiempos modernos, cuando fue nuevamente presentada la proposición principal llamada aun la paradoja hidrostática.

---

[17] Tomado de http://neetescuela.com/diagrama-de-fases/

[18] Arquímedes de Siracusa (Siracusa (Sicilia), 287 a. C. – 212 a. C.) físico, ingeniero, inventor, astrónomo y matemático griego

La ciencia de la hidrostática, aun cuando asume el concepto de Presión presentado en común con la mecánica de sólidos, requiere también del concepto de fluido. Arquímedes presenta este concepto así:

> *"Consideremos que el fluido es de tal naturaleza que de las partes de él que están al mismo nivel y son adyacentes entre sí, la que es presionada menos es empujada por la que es presionada más y cada una de ellas es empujada por el fluido que está encima en su vertical, todo ello siempre que el fluido no esté comprimido por otra cosa."*

Esta noción de fluidez se expresa en el trabajo de Arquímedes "Tratado sobre los cuerpos flotantes", ahora se podría describir así:

Un fluido es un conjunto de partículas (moléculas) distribuidas aleatoriamente y que se mantienen unidas entre sí por fuerzas cohesivas débiles, además de las fuerzas ejercidas por las paredes del recipiente que los contiene y del cual toman su forma; el término se asigna tanto a los líquidos como a los gases.

A partir de este principio se deducen las soluciones matemáticas de algunos problemas de la ciencia, como la flotación, célebremente nombrado como principio de Arquímedes y que en la proposición 7 del mismo libro establece las relaciones entre sólidos más densos que los líquidos (Figura 3), allí se observa como un objeto con mayor densidad que el líquido que lo contiene se hunde, en tanto que uno con menor densidad flota.

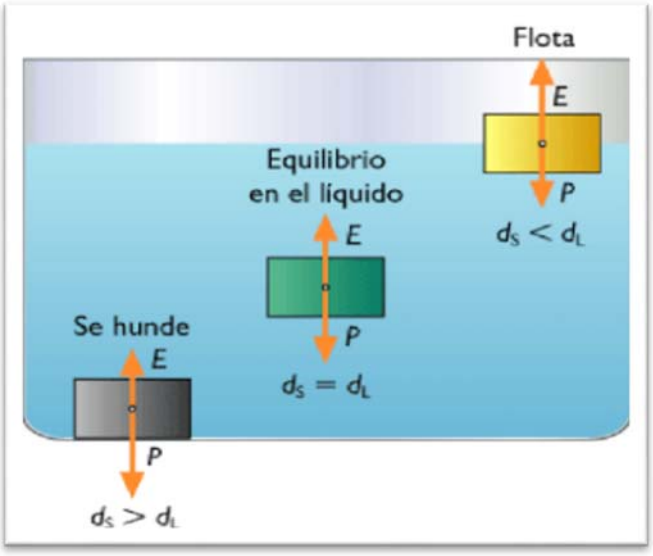


FIGURA 3 RELACIÓN DE DENSIDAD Y FLOTABILIDAD[19]

[19] Tomado de http://eet475carlosserra.blogspot.com/

Visto desde las fuerzas, si la fuerza E (empuje) es menor que la P (peso) entonces se hunde, si E es mayor que P entonces flota, cuando E y P son iguales encontramos un punto de equilibrio en el cual el objeto permanece sin movimiento vertical.

Si bien esta es una ley general hay que contemplar que la fuerza E depende del volumen del objeto, y es así como un material tan denso como el acero y del cual se fabrican los buques puede flotar en el agua, siendo esta menos densa. Esta fuerza es llamada *Fuerza de Empuje* y se describe en el principio de Arquímedes.

Después de la muerte de Arquímedes estas ideas durmieron durante muchos siglos hasta que fueron de nuevo traídas a estudio por Galileo y más notablemente por Stevinus[20] quien fue el primero en describir la paradoja hidrostática.

> *"La presión ejercida por un líquido en cualquier punto del recipiente no depende de la forma del recipiente ni de la cantidad de líquido contenido, sino únicamente del peso específico y de la altura que hay del punto considerando a la superficie libre líquido".*

Las leyes del equilibrio de los fluidos fueron descubiertas por Arquímedes (287-212 a.C.) y redescubiertas por así decirlo en los estudios de Galileo y de Stevinus (1548–1620). El tiempo intermedio entre estos episodios, es una vaguedad y confusión de ideas sobre temas físicos.

Stevinus debe ser considerado como el más antiguo de los autores de este redescubrimiento en su obra "Principios de trabajo de estática e hidrostática" publicado en 1585, en cuyo escrito presenta sus puntos de vista de forma clara y correcta, reafirmando las teorías y la doctrinas de Arquímedes, y muestra que como resultado de estas, es posible deducir que:

> *"La presión de un fluido en la parte inferior de un recipiente, puede ser mucho mayor que el peso del propio fluido."*

Esto se demuestra imaginando que distintas formas superiores del vaso se llenan con cuerpos sólidos fijos que toman el lugar del fluido y, sin embargo, no alteran la presión sobre la base, posteriormente encontramos el ejemplo de los vasos comunicantes como una recreación de esta idea (FIGURA 4), aquí se observa que la altura del fluido en todos los vasos es la misma, y esto es indiferente a la forma de los mismos.

---

[20] Simon Stevin (1548 - 1620), también conocido como Simón de Brujas o Stevinus (forma latinizada de su nombre) matemático, ingeniero militar e hidráulico y semiólogo neerlandés.

FIGURA 4 VASOS COMUNICANTES[21]

Stevinus también demuestra lo que será el valor de la presión en un fluido confinado sobre cualquier parte de la base, sea esta una superficie en posición plana u oblicua y ayudándose de la matemática con un enfoque del cálculo infinitesimal, encuentra que el valor de la presión sobre la superficie base, en tales casos es la misma (FIGURA 5). Estos resultados son en gran parte, los conceptos base de la ciencia de la hidrostática.

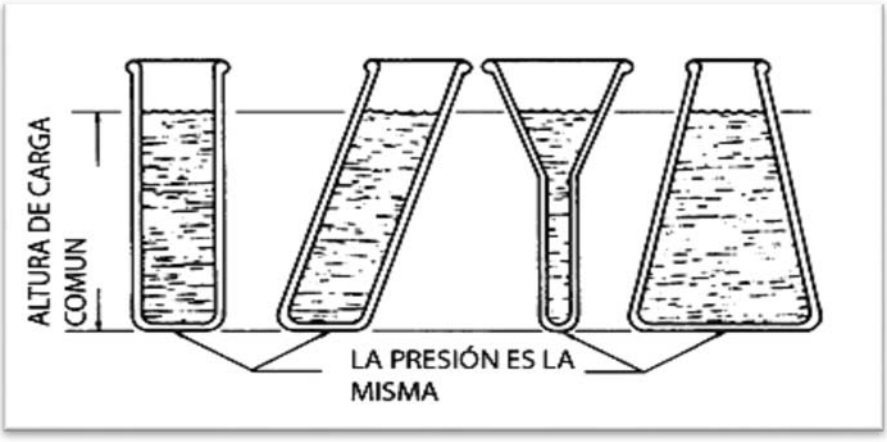


FIGURA 5 PARADOJA HIDROSTÁTICA[22]

[21] Tomado de http://www.a3bs.com/vasos-comunicantes-u58020,p_858_14969.html
[22] Tomado de http://www.tecnoficio.com/mecanica/principios_de_hidraulica1.php

Galileo estudio las propiedades de los fluidos y las explicó en 1612, en su discurso sobre los cuerpos flotantes. Se sostenía por los aristotélicos que la forma era la causa de que los cuerpos pudieran flotar y también que el hielo era el agua condensada al parecer de una confusión de ideas entre la rigidez y la densidad.

Galileo afirmaba por el contrario que el hielo es agua enrarecida y por ello su capacidad de flotación, apoyado con varios experimentos, estableció que la flotación de los cuerpos no dependerá de su forma. El genio de Galileo entra en controversia por la mezcla de fenómenos de otro tipo como son la capilaridad o atracción molecular.

En uno de estos experimentos se tiene, que es un hecho, que una bola de ébano se hunde en el agua, mientras que una hoja plana del mismo material se encuentra en la superficie y se requiere de considerable análisis para separar estos casos de la norma general.

Las opiniones de Galileo fueron atacadas por varios escritores como Vincenzio di Grazia[23] y Ludovico delle Colombe[24] y defendidos por otros como su discípulo Castelli[25] quien publicó una respuesta a estos ataques en 1615. Estas opiniones fueron generalmente adoptadas y difundidas, pero un poco más tarde Pascal[26] siguió el tema de manera más sistemática y escribió su tratado “El equilibrio de los fluidos”, publicado póstumamente en 1663.

En la Figura 6 se observa un esquema que nos permite describir los postulados de Pascal, se muestra que un fluido de color azul que se encuentra encerrado en un recipiente, presiona igual en todas direcciones, imaginando dos pistones, en color café, tenemos que en uno de ellos, el más pequeño se coloca un ratón, la fuerza debida al peso (F_1) de este animalito se distribuye en el área (A_1) de dicho pistón y esto es lo que concibió Pascal como *Presión (F/A).*

Al ser la presión constante en todo el líquido tendremos entonces que la fuerza debida al peso del ratón se transmite por todo el mecanismo (flechas amarillas), cuando llega al otro pistón con una mayor área (A_2) que el primero y siguiendo las ecuaciones de equilibrio, es decir, la misma relación *(F/A),* tendremos entonces que se podría sostener a un elefante y lograr equilibrar la fuerza por el peso (F_2) de este.

---

[23] Vincenzo De Grazia (Mesoraca, 19 febrero de 1785 – Napoles, 20 noviembre 1856) ingeniero y filósofo italiano.

[24] Ludovico delle Colombe o Colombo (Florencia, 1565 – 1616) filosofo aristotélico y literato italiano.

[25] Benedetto Castelli, nacido Antonio Castelli (Brescia, 1577 - Roma, 9 de abril, 1643) monje, matemático y físico italiano.

[26] Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, 19 de junio 1623 - París, 19 de agosto de 1662) matemático, físico, filósofo cristiano y escritor francés.

Así dice él, parece que un vaso lleno de agua es un nuevo Principio de la Mecánica, y una nueva máquina que multiplicará la fuerza en el grado que elijamos.

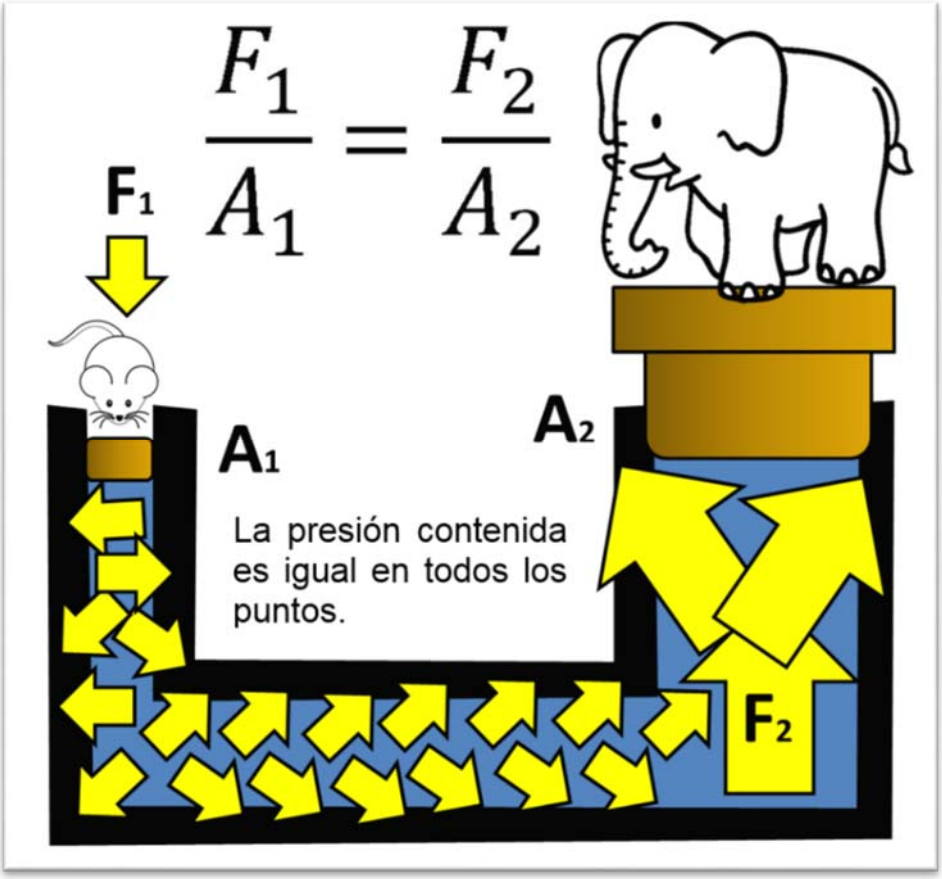


FIGURA 6 PRINCIPIO DE PASCAL[27]

Tenemos en la FIGURA 7 otro ejemplo del Principio de Pascal, se puede notar como la altura de los diferentes chorros de líquido que salen del globo es la misma, esto debido a que la presión al interior del recipiente es la misma en todos los puntos del mismo.

Para la presión del aire que actúa por todos los lados, es decir alrededor de todo nuestro cuerpo, y con su peso por encima de nosotros, había dos verdades que aún no habían sido aclaradas. Los aristotélicos habían desarrollado el principio del fuga vacui “Horror de la naturaleza al vacío”. Para este principio se refieren muchos fenómenos como la succión, la respiración de la acción de un fuelle, negándose a abrir cuando la ventilación está obstruida.

[27] Tomado de: Tomado de http://www.artinaid.com/2013/05/el-estado-liquido-de-la-materia/

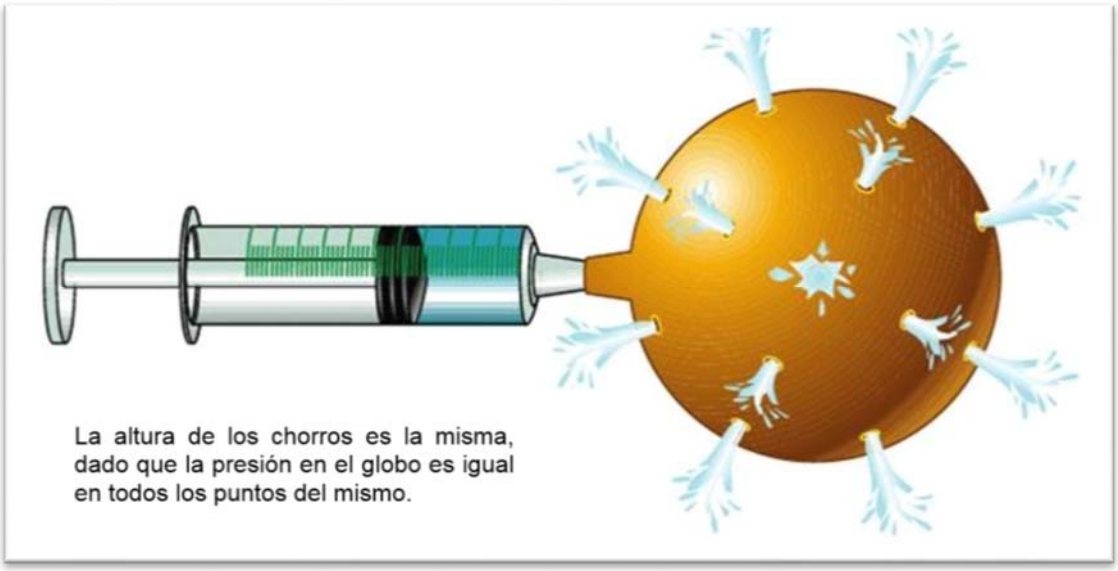


FIGURA 7 PRINCIPIO DE PASCAL[28]

La acción de un sifón, de una jeringa, de una bomba de agua; la adhesión de las dos placas pulidas, y otros hechos, se explica todo por la *fuga vacui*. De hecho, se sostiene que el principio era muy bueno, ya que reunió a todos estos hechos que son realmente de la misma clase, y los remitió a una causa común. Pero cuando, como principio fundamental que era, no sólo físico sino filosófico, ya que introdujo la noción de una emoción, horror, como un relato de hechos físicos, además de la intervención divina; se convierte en imperfecto.

Como consecuencia, se dio lugar a grandes errores. Así Mersenne[29], en 1644, habla de una bomba de agua que pueda subirla más alto de una montaña, ignorando entonces que el efecto de tal instrumento se limitaba a una altura de treinta y cuatro pies (10,36 m).

Años más tarde y detectado este error, en su tercer volumen, publicado en 1647 pone la enmendadura a la altura de su sifón y habla correctamente del peso del aire apoyado en el experimento de Torricelli[30]. En 1643 Torricelli intentaba producir este vacío a una altura menor, utilizando, en lugar de agua, el más pesado de los líquidos, el mercurio; un intento que muestra que la verdadera explicación, el equilibrio del peso del agua por otra presión (Figura 8). Galileo ya había enseñado que el aire tiene peso.

---

[28] Tomado de http://hidrostatica.galeon.com/pascal.htm

[29] Marin Mersenne (Oizé, 1588-París, 1648) Filósofo y científico francés

[30] Evangelista Torricelli, físico y matemático italiano (Faenza, Italia, 15 de octubre 1608 - Florencia, Italia, 25 de octubre 1647)

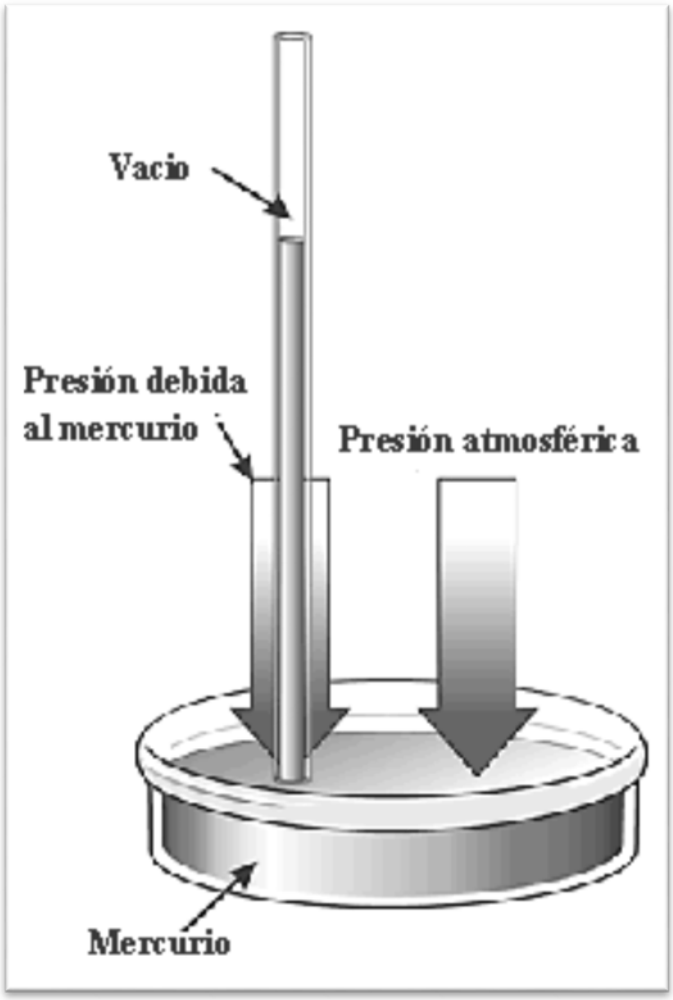


FIGURA 8 EXPERIMENTO DE TORRICELLI[31]

Baliani[32], escribió en 1630, "Si estuviéramos en un vacío, el peso del aire sobre nuestras cabezas se sentía". Descartes también parece tener alguna participación en este descubrimiento; en una carta de 1631, explica la suspensión de mercurio en un tubo, cerrado en la parte superior por la presión de la columna de aire que llega a las nubes.

> *"El aire es pesado, se le puede comparar a un vasto mantón de lana que envuelve la Tierra hasta más allá de las nubes; el peso de esta lana comprime la superficie del mercurio en la cuba, impidiendo que descienda la columna mercurial..."*

[31] Tomado de: http://pioneros.puj.edu.co/cronos/crono3/siglodelarazon/vacio.htm
[32] Giovanni Battista Baliani (Genova 1582 – 1666) matemático, astrónomo y físico italiano

El experimento definitivo de Pascal, consistía en transportar el barómetro a distintas altitudes y comprobar si era realmente el peso del aire el que determinaba la ascensión del mercurio por el tubo. Florin Périer, cuñado de Pascal, el 15 de noviembre de 1647 decía:

> "*Si sucede que la altura de la plata viva es menor en lo alto de la montaña, que abajo, se deducirá necesariamente que la gravedad y presión del aire es la única causa de esta suspensión de la plata viva, y no el horror al vacío, porque es verdad que hay mucho más aire que pese al pie de la montaña que en su vértice".*

El 19 de septiembre de 1648, Périer cumplió el deseo de su cuñado, y realizó el experimento ascendiendo a la cima del monte Puy-de-Dôme, comparando la medida realizada en la cima con a una altura de 500 toesas[33] (cerca de 1000 metros), con la tomada en la base, en Clermont-Ferrand, hallaron una diferencia de tres líneas y media. La idea del fuga vacui quedó definitivamente abandonaba (FIGURA 9).

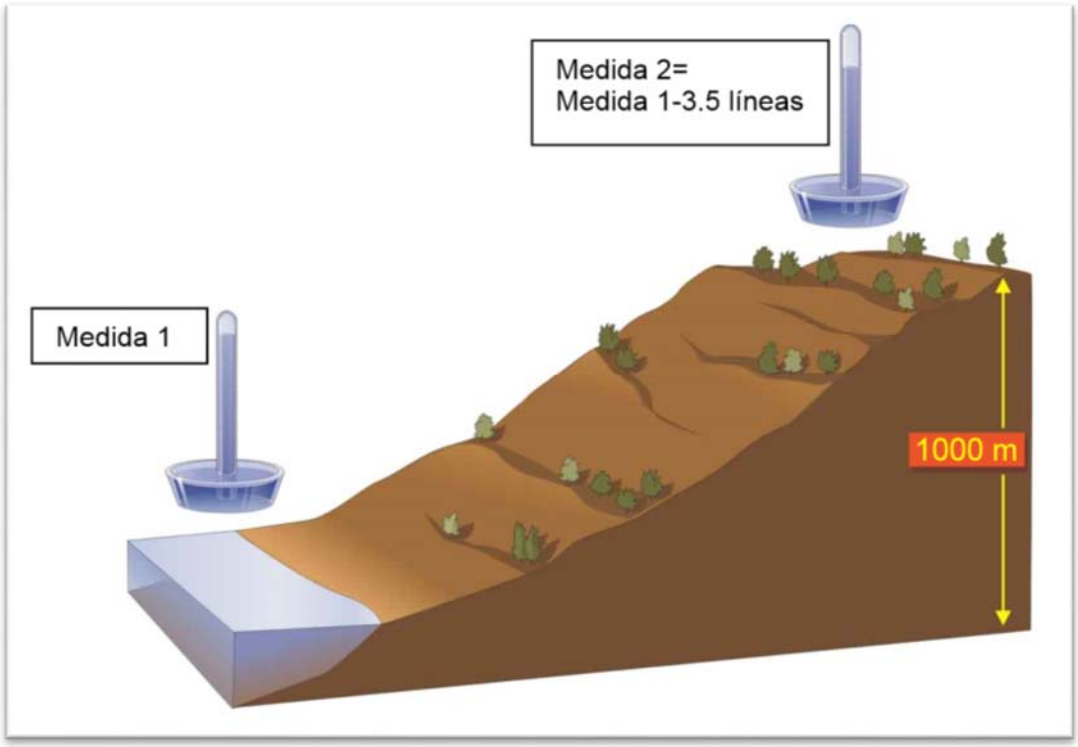


FIGURA 9 DIFERENCIA DE PRESIONES[34]

[33] Antigua unidad de longitud francesa equivalente a 1,95 metros

[34] Tomado de http://raulmadiedo2012.wordpress.com/

Uno de los episodios más famosos y referentes en casi todos los libros de texto es el de Otto von Guericke[35] en 1654, cuando coloco dos hemisferios de cobre de aproximado medio metro de diámetro, los cuales que sellaban perfectamente mediante un sello de empaquetadura hecho con cuero empapado en aceite.

Mediante una bomba de vacío evacuo el aire dentro de ellos y utilizando caballos por pares, luego por cuadrillas y llegando a tener equipos de ocho caballos halando cada hemisferio, estos no pudieron separarlos, demostrando así el enorme poder de la atmósfera. (Figura 10)

FIGURA 10 HEMISFERIOS DE MAGDEBURGO[36]

[35] Otto von Guericke, (Magdeburgo, 20 de noviembre de 1602 – Hamburgo, 21 de mayo de 1686) físico y jurista alemán

[36] Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Hemisferios_de_Magdeburgo, licencia publica

1.3. HISTORIA DE LA METEOROLOGÍA

Los fenómenos atmosféricos siempre han fascinado al hombre, encontramos que en las sociedades primitivas, los fenómenos como el viento, las tormentas y los rayos eran asociados a deidades y a sus estados de ánimo.

Es así como en culturas como la griega y romana consideraban que Zeus (Júpiter), el Dios de los cielos, cuando se enojaba arrojaba las tormentas y rayos a todos los mortales; el Dios Eolo era el que gobernaba los vientos.

De forma similar en otras mitologías como la Escandinava, Thor el Dios del trueno y los relámpagos y Frey el Dios de la lluvia, eran quienes controlaban las tormentas, el viento y demás fenómenos atmosféricos. En la Egipcia Sati, la Diosa del aire y del cielo, creaba los relámpagos. En la Inca, Chuychu era la Diosa del arcoíris y Humanchuri el Dios del trueno. En la Maya, Chac era la Diosa de la lluvia y Huracán el Dios del viento y el trueno. En la Azteca, Tláloc era el Dios de la lluvia y el rayo. En la mitología muisca Cuzafiba o Cuchaviva es la deidad del arco iris (*chuquy*).

El termino meteorología proviene del griego meteoro 'alto en el cielo', y logos 'conocimiento, tratado', fue inicialmente utilizado en la Grecia de Platón [37], dándosele el significado de: "Lo que existe entre el cielo y la tierra". Posteriormente, Aristóteles [38] formalizó esta concepción en sus libros sobre la naturaleza, en particular en su tratado de meteorología escrito en el año 340 a.C. en él, estudia los fenómenos atmosféricos, donde se destacan fenómenos meteóricos como la lluvia, la niebla, la neblina, la nieve, el granizo, el viento, el arco iris (Figura 11), etc...

FIGURA 11 NEBLINA[39], ARCOÍRIS[40]

[37] Platón (Atenas o Egina, 427-347 a. C.) filósofo griego
[38] Aristóteles (Estagira 384 a. C.- Calsis 322 a. C.) filósofo, y científico Griego
[39] Tomado de http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nebelostfriesland.jpg
[40] Tomado de: http://www.fotosoimagenes.com/2854/imagenes-de-arcoiris/

Un discípulo de Aristóteles llamado Teofrasto[41], escribió varios tratados de física, entre ellos uno dedicado al estudio de los vientos, y se le atribuye el primer libro sobre predicción climática llamado “libro de los Signos”. Allí, se establecen varias reglas de predicción dadas por sus observaciones tales como: Un anillo alrededor de la luna al que a menudo le seguía la lluvia. Su obra con la de su maestro, tuvo tal influencia que domina en el estudio del clima y el pronóstico del tiempo por casi 2000 años.

Si bien no se continuo un riguroso estudio de la meteorología como tal puesto que estuvo asociada con la astronomía, ésta se fue nutriendo de los avances de la ciencia en los diferentes campos, y es hasta después de que se inventan diversos instrumentos de medición como el termómetro, el barómetro, el anemómetro (Figura 12) y el higrómetro, entre otros, que esta ciencia toma su estructura como tal.

FIGURA 12 ANEMÓMETRO[42]

[41] Teofrasto, Tirtamo (Ereso, 371 a. C – 287 a. C.) filósofo y botánico griego
[42] Tomado de: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anemometer.jpg

Posterior a Torricelli y Pascal uno de los hombres que más contribuyó al desarrollo de la meteorología es Saussure[43] quien ideo algunos, y desarrollo otros, de los instrumentos para la medición de las variables climáticas, entre ellos el Higrómetro, que se usa para medir el grado de humedad del aire, el Magnetómetro, para cuantificar en fuerza o dirección la señal magnética, el Cianómetro (FIGURA 13), para estimar el grado de azul del cielo, el Diafanómetro, para la diafanidad/opacidad del cielo, el Anemómetro, para medir la velocidad del viento y el Eudiómetro, que mide el cambio del volumen de una mezcla de gas después de una reacción física o química.

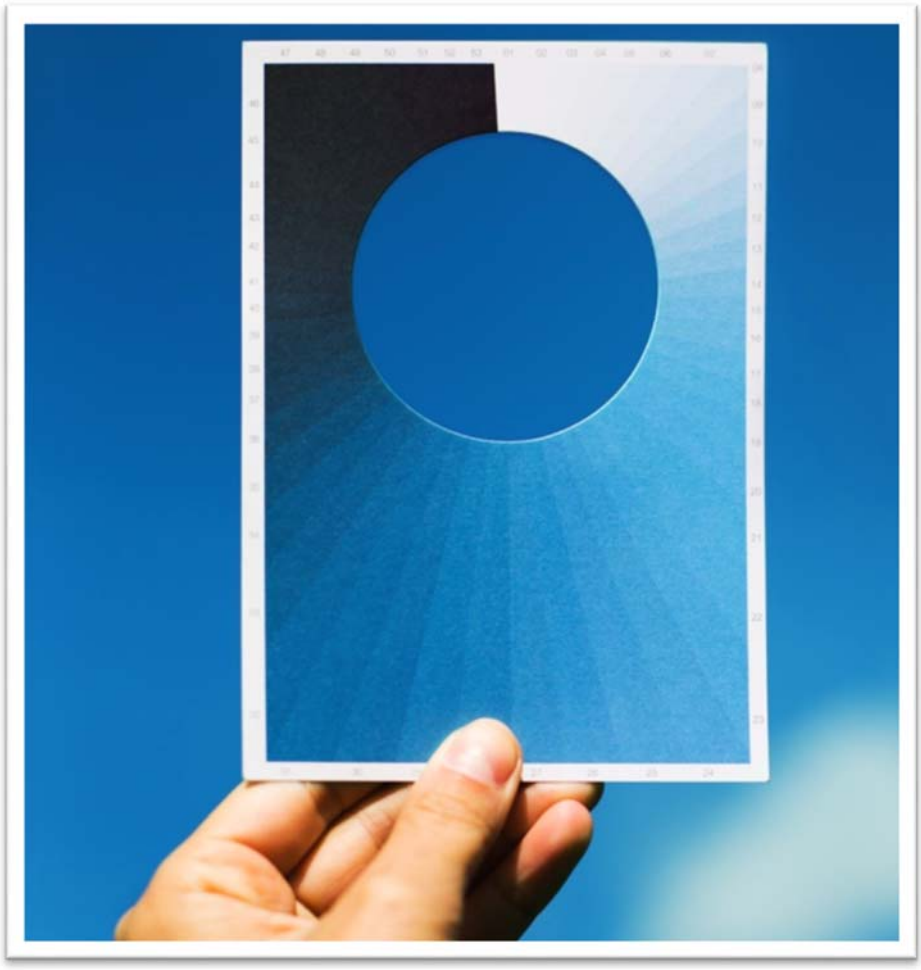


FIGURA 13 CARTA CIANOMÉTRICA[44]

[43] Horace Bénédict de Saussure (Chêne-Bougeries, 17 de febrero de 1740 - Ginebra, 22 de enero de 1799), naturalista y geólogo suizo

[44] Tomado de http://www.macarenaruiztagle.com/index.php?/cyanometer-postcard/

En 1735 el científico Hadley[45] describe en su estudio sobre los Alisios, la circulación atmosférica global (FIGURA 14).

Para los 1800 la observación sinóptica del tiempo atmosférico se dificultaba por la clasificación de características climáticas como las nubes y los vientos, al respecto trabajaron Luke Howard[46] quien introdujo un sistema de clasificación de las nubes en 1802 y Francis Beaufort[47] uno para la fuerza del viento (Escala Beaufort) en 1806.

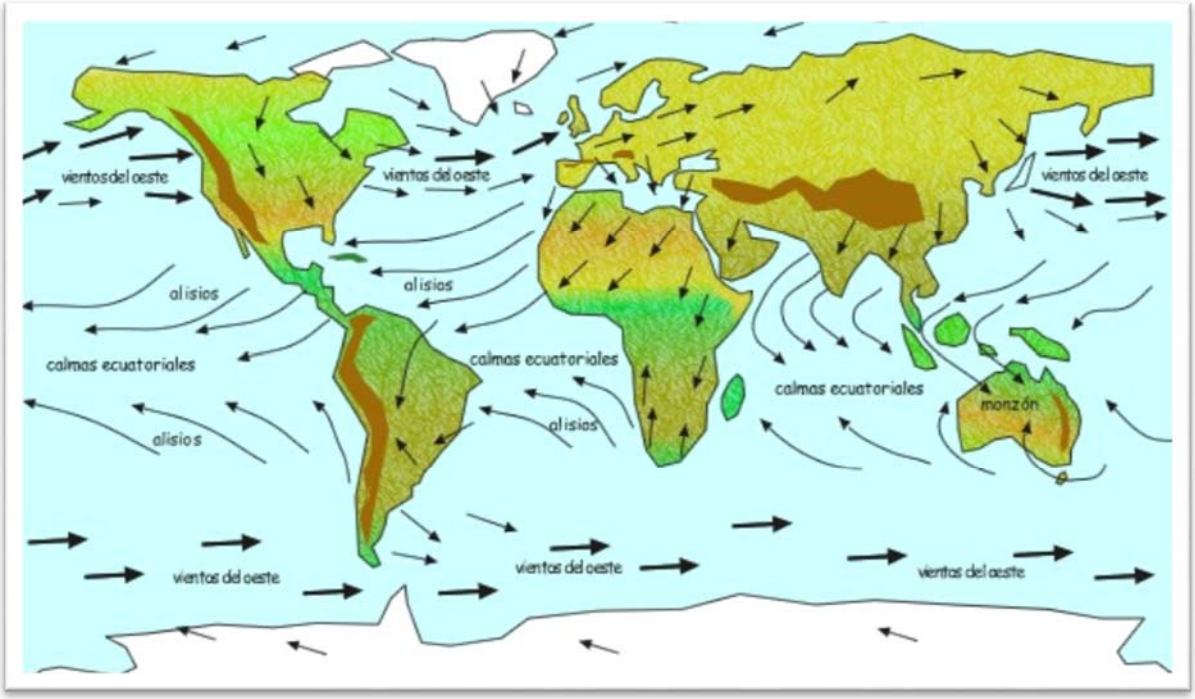


FIGURA 14 VIENTOS PLANETARIOS[48]

En el siglo XX se introducen los modelos matemáticos para la modelación y predicción climática, posteriormente se introdujeron los modelos en computador y al resultar factibles se abrió la puerta a la predicción con cierta precisión en los años sesenta se incorporaron la teoría del caos y el efecto mariposa a los modelos y es la base de la predicción como hoy la conocemos (BEN-MENAHEM, 2009).

---

[45] George Hadley (Londres, 12 de febrero de 1685 - Flitton, 28 de junio de 1768) abogado y meteorólogo inglés
[46] Luke Howard (Londres, 28 de noviembre de 1772 - 21 de marzo de 1864) farmacéutico y meteorólogo inglés
[47] Sir Francis Beaufort (7 de mayo de 1774 - Inglaterra 17 de diciembre de 1857) hidrógrafo irlandés.
[48] Tomado de http://www.teinteresasaber.com/2011/07/cuantos-tipos-de-viento-conocemos.html

2. ASPECTOS DISCIPLINARES

2.1. PRESIÓN

FIGURA 15 PRESIÓN[49]

Se tiene la idea instintiva de la presión como una carga que no permite moverse fácilmente, como algo que hace que los cuerpos no puedan andar libremente.

En futbol es común oír “la presión que ejercen sobre el jugador”, ¿es esta misma presión la que abordamos desde la física?, para determinar esto abordaremos las definiciones que algunos libros de texto hacen del término.

2.1.1. LA PRESIÓN

Se define como fuerza por unidad de área, donde la fuerza F se entiende como la magnitud de la fuerza que actúa de forma perpendicular al área de la superficie A. (GIANCOLI, 2007).

$$presión = \quad P = \frac{F}{A}$$

Dónde: *P=presión, F=fuerza y A=área*

[49] Tomado de http://www.profesorenlinea.cl/fisica/PresionAtmosferica.htm

En los fluidos, que son el estado de la materia liquido o gaseoso encontramos que las moléculas se encuentran unidas entre sí de forma muy débil por lo tanto su forma depende del recipiente que los contenga (Figura 16), por esto la superficie o área es toda aquella del recipiente que entra en contacto con el fluido, y que es sometida a las fuerzas que ejercen las moléculas sobre ellas.

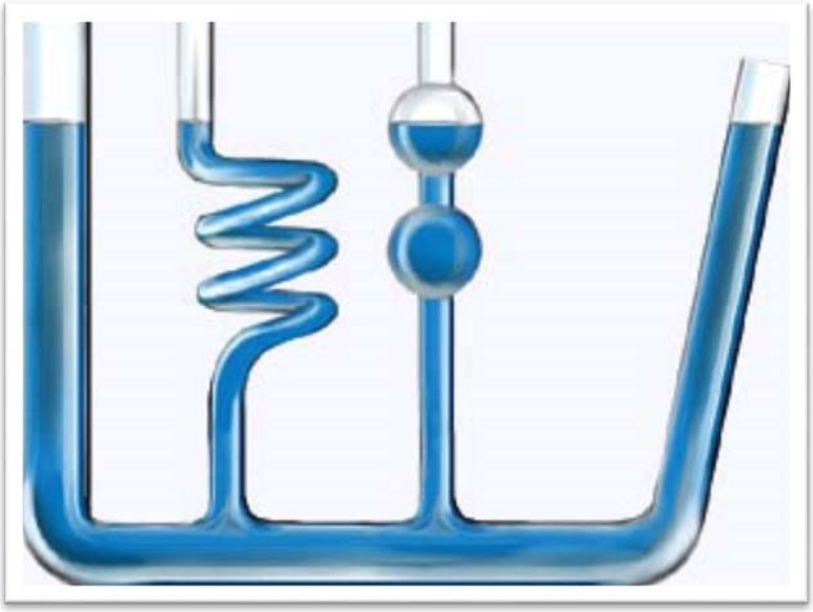


FIGURA 16 LÍQUIDOS CONTENIDOS[50]

2.1.2. LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Un líquido contenido en un recipiente ejerce fuerza contra las paredes de este, la presión que ejerce el líquido sobre las paredes y el fondo del recipiente depende de la densidad y profundidad del líquido. (HEWIT, 2007)

$$presión = \quad P = \rho * g * h$$

Dónde: *P=presión, ρ=densidad, g=aceleración de la gravedad, y h= altura del liquido*

En la Figura 16 se observan diferentes formas del recipiente pero en todas ellas la altura del líquido es la misma, esto nos permite determinar que según la definición de presión, ésta, en el fondo del recipiente, es la misma en todos los casos.

[50] Tomado de http://ciencia.redguia.com/

2.1.3. LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Debemos precisar que la presión atmosférica es debida al peso de la atmósfera y se ejerce sobre todos los cuerpos que se encuentran inmersos en ella, incluyéndonos a nosotros, todos soportamos una enorme presión sobre nuestra superficie, la cual es contrarrestada por cada una de las células de nuestro cuerpo tratando de igualar la presión externa con una interna. Del mismo modo actúa un neumático o un globo de fiesta, el aire adentro tiene una presión que trata de igualar la del exterior proporcionada por la atmósfera. Nos referimos en este contexto a la presión atmosférica terrestre, pero el término es aplicado de modo general a cualquier planeta o satélite que posea atmósfera.

Recordemos la composición de la atmósfera terrestre con la Figura 17

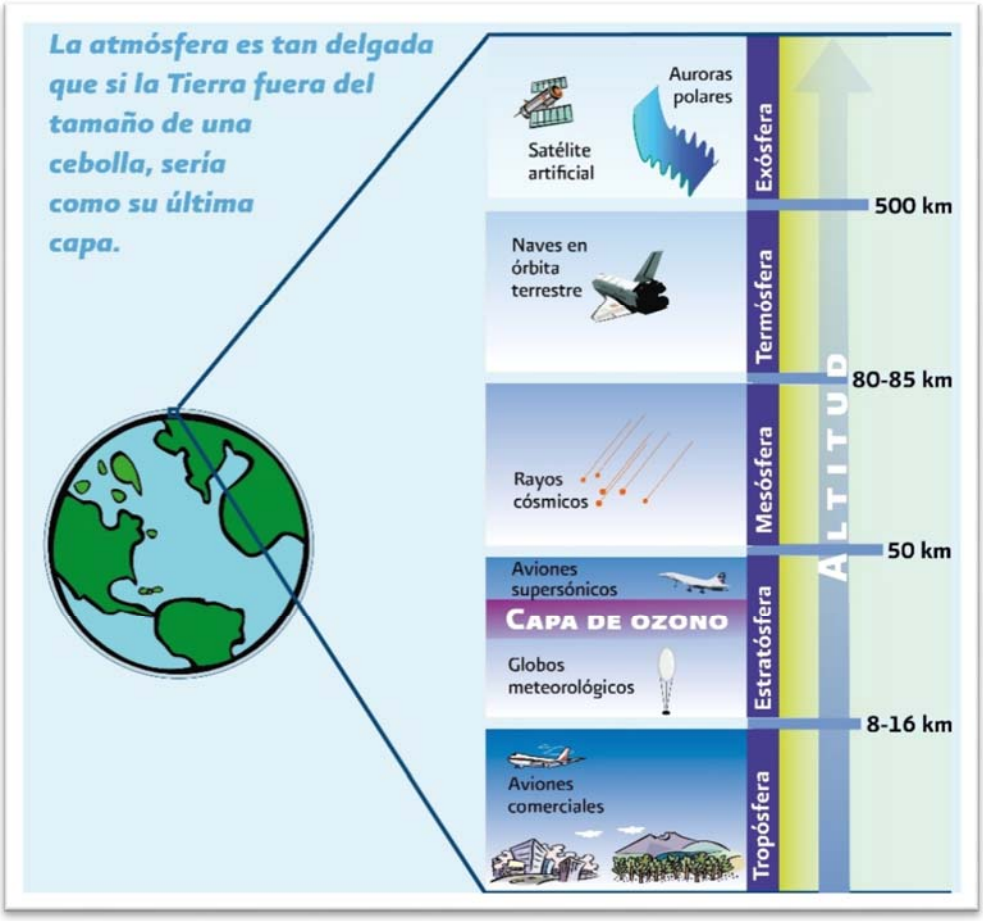


FIGURA 17 CAPAS DE LA ATMÓSFERA[51]

[51] Tomado de: http://dsiapps.semarnat.gob.mx/sdp/index.php/ideas-en-verde/infografias/293-infografiasemarnat-capas-de-la-atmósfra

En algunos casos se puede llegar a medir la presión del aire, considerándolo como un gas ideal, entonces respondiendo a la ley de los gases ideales.

$$P = \frac{\rho * R * T}{M}$$

Dónde: P=presión, ρ=densidad del aire, R=constante de los gases ideales, M es la masa molar y T=temperatura.

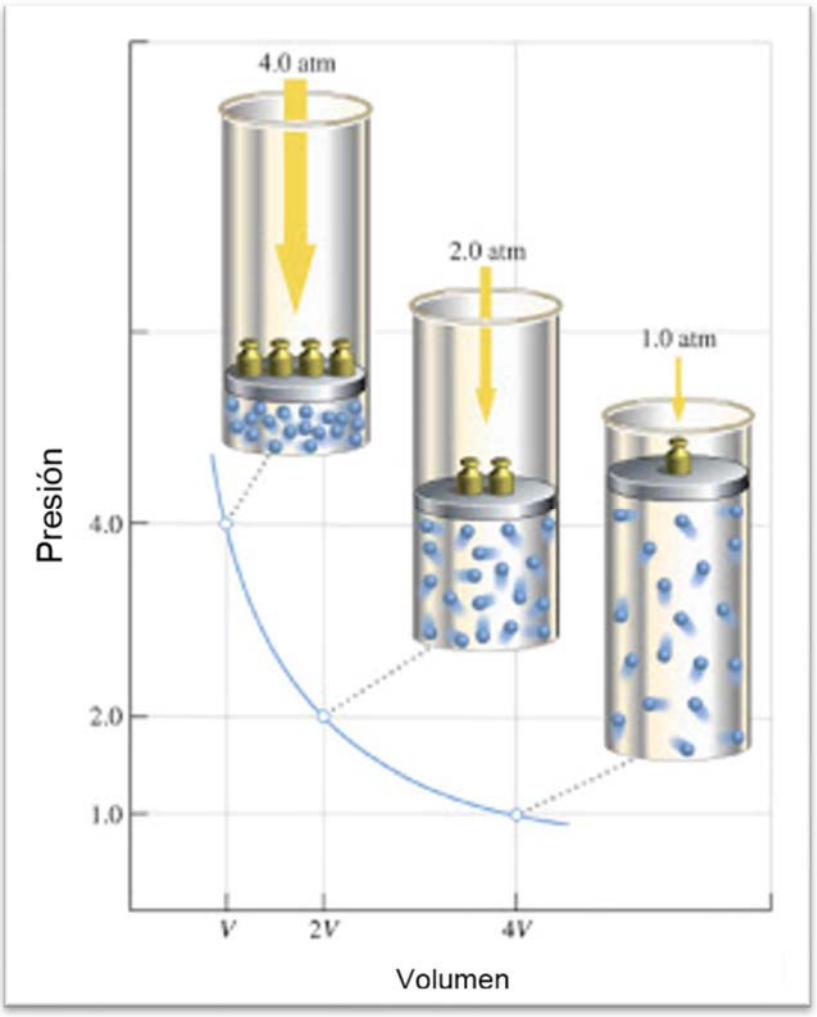


FIGURA 18 RELACIÓN ENTRE PRESIÓN Y VOLUMEN[52]

[52] Tomado de http://propiedadestermicasdelamateria.blogspot.com/2011/02/comportamiento-termico-de-la-materia.html

En la Figura 18 vemos como al aumentar la presión el volumen del gas se reduce.

2.1.4. UNIDADES DE PRESIÓN

La presión es una magnitud escalar, su unidad en el sistema internacional de unidades es el Pascal, en honor a Blaise Pascal, se representa por las letras (Pa), y en el mismo sistema será la relación entre Newton sobre metro cuadrado.

$$1Pa = 1\frac{N}{m^2}$$

Para el caso de la meteorología, lo usual es el uso del hectopascal (1hPa =1*10^2Pa)

Se tienen otras unidades en las cuales se expresa la presión, algunas de ellas relacionan fuerza y unidades de área de los diferentes sistemas (RESNICK, 1993), otras provienen de datos experimentales, entre otras tenemos:

- PSI, libras por pie cuadrado por sus siglas en ingles

$$1PSI = 1\frac{lb}{pulgada^2}$$

- Milímetros de mercurio, se define como la presión ejercida en la base de una columna de un milímetro de altura de mercurio, su abreviatura es (mmHG)

$$1mmHG = 133{,}32\ \text{Pa}$$

- Atmósfera, es el valor de la presión atmosférica promedio medida a nivel del mar, no tiene símbolo estándar, suele abreviarse como (atm).
  En la décima Conferencia General de Pesas y Medidas, realizada en 1954 se definió como 1013250 dinas por cm², es te valor corresponde a la presión de una columna de mercurio de 760 mm de altura a 0 °C

$$1atm = 101325\ \text{Pa}$$

- baria, una unidad derivada del sistema CGS

$$1baria = 1\frac{dina}{cm^2}$$

- Bar, es más usado que la baria, al tratarse de una magnitud aproximada a la de una atmósfera. Sin embargo esta suele darse en milibares

$$1bar = 1 * 10^6 barias = 1 * 10^5 Pa$$

$$1mbar = 100Pa$$

$$1\text{atm} = 1013{,}25\ \text{mbares}$$

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los principales factores de conversión para las unidades más comunes de presión.

TABLA 1 FACTORES DE CONVERSIÓN DE UNIDADES DE PRESIÓN

	pascal (Pa)	bar (bar)	milibar (mbar)	atmósfera técnica (at)	atmósfera (atm)	torr (Torr)	libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi)
1 Pa	≡ 1 N/m2	10^{-5}	10^{-2}	$1{,}0197\times10^{-5}$	$9{,}8692\times10^{-6}$	$7{,}5006\times10^{-3}$	$145{,}04\times10^{-6}$
1 bar	100000	≡ 106 dyn/cm 2	10^{3}	10197	0,98692	750,06	145037744
1 mbar	100	10^{-3}	≡ hPa	0,0010197	0,00098692	0,75006	0,0145037744
1 at	98.066,5	0,980665	980665	≡ 1 kgf/cm2	0,96784	735,56	14223
1 atm	101325	101325	1.013,25	10332	≡ 1 atm	760	14696
1 torr	133322	$1{,}3332\times10^{-3}$	13332	$1{,}3595\times10^{-3}$	$1{,}3158\times10^{-3}$	≡ 1 Torr; ≈ mm Hg	$19{,}337\times10^{-3}$
1 psi	$6{,}894\times10^{3}$	$68{,}948\times10^{-3}$	68948	$70{,}307\times10^{-3}$	$68{,}046\times10^{-3}$	51715	≡ 1 lbf/in^2

2.1.5. MEDIDA DE LA PRESIÓN

La medida de la presión en diversos dispositivos, como también en ductos y tuberías es llamada presión manométrica, puesto que en estos lugares pueden hallarse niveles mayores o menores a los de la presión atmosférica.

En consecuencia para obtener la medida absoluta de la presión en estos casos, debe considerarse la suma de la presión manométrica, dada por un manómetro y la de la atmosférica (JAMES, 2010).

$$P = Presión\ atmosférica + presión\ manométrica$$

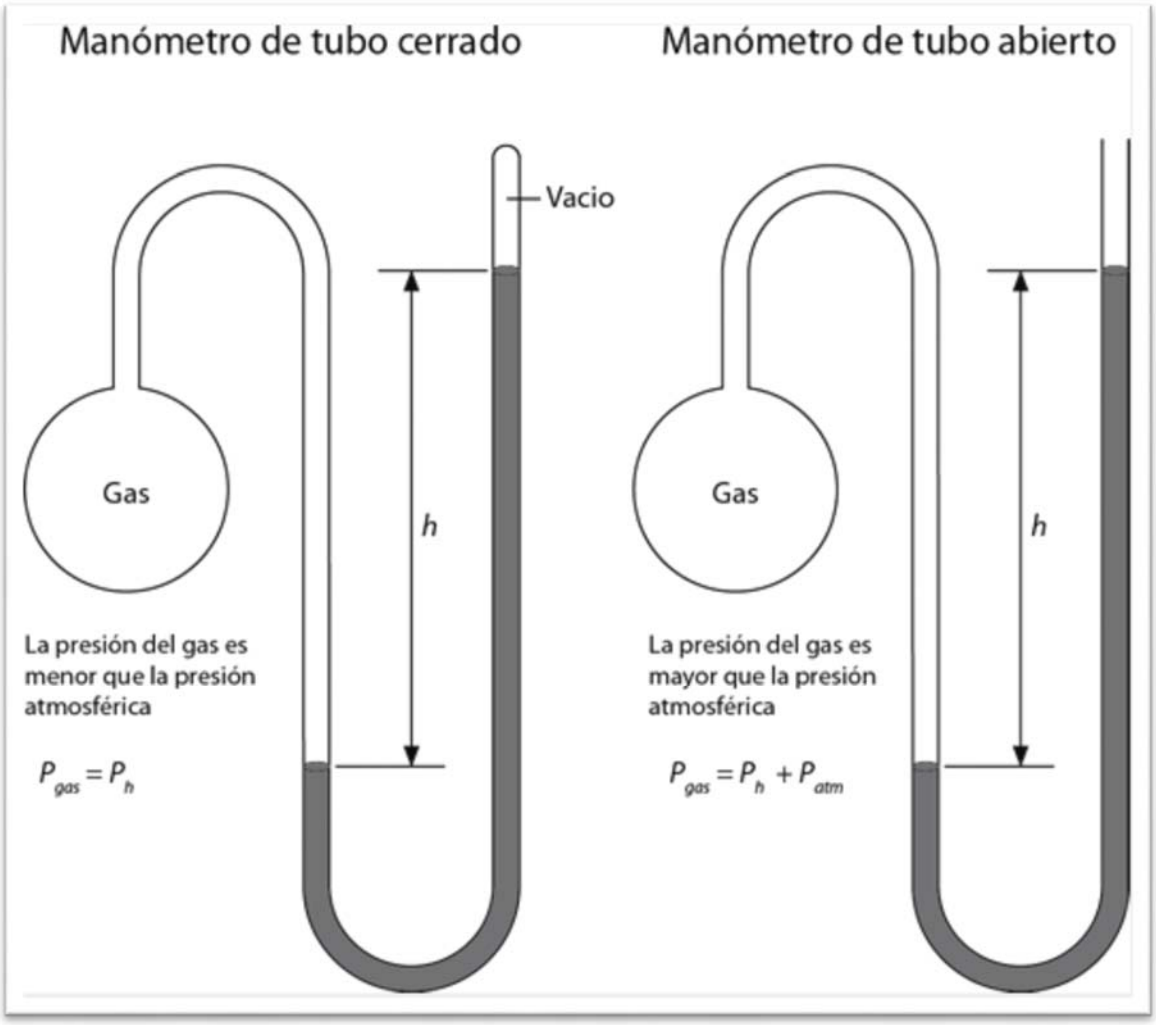


FIGURA 19 MANÓMETROS DE TUBO ABIERTO Y CERRADO[53]

Uno de los instrumentos para medir la presión (manómetros), es el de tubo abierto, este sirve para medir la presión de un gas en un recipiente, es un tubo en "U" con líquido en su interior, uno de los extremo está conectado al sistema cuya presión deseamos medir, el otro extremo está abierto, esto es, bajo el efecto de la presión atmosférica.

Como muestra la Figura 19 la presión en el gas es mayor a la atmosférica, el valor de la presión en el gas es la llamada presión absoluta (P_{gas}), en tanto que la diferencia entre la presión del gas y la presión atmosférica ($P_h = P_{gas} - P_{atm}$), es la

[53] Tomado de http://www.textoscientificos.com/quimica/gases/presion-gas

presión debida a la columna de líquido esta es llamada presión manométrica (RESNICK, 1993).

El manómetro de tubo cerrado es utilizado para medir presiones menores a la atmosférica, y el manómetro de tubo abierto es usado para medir presiones iguales o mayores que la atmosférica (Figura 19).

Para medir únicamente la presión atmosférica contamos con el barómetro, ideado por Torricelli, este es un instrumento sencillo (Figura 20), consta de un tubo de vidrio, el cual está cerrado en un extremo y lleno de mercurio. El tubo se invierte y se lo coloca verticalmente sobre un recipiente que contiene igualmente mercurio, esto con cuidado de que no se encuentre aire en el tubo. Al realizar esto se tiene que el mercurio en el tubo desciende hasta cierta altura y se mantiene allí, con lo que tenemos un vacío en el extremo superior.

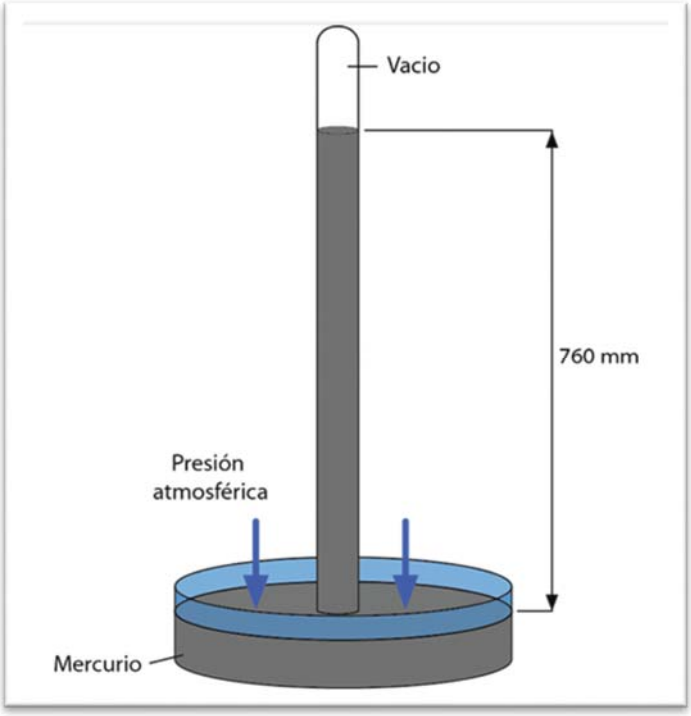


FIGURA 20 BARÓMETRO DE MERCURIO[54]

La atmósfera ejerce una fuerza sobre la superficie del mercurio en el recipiente que se transmite a través del líquido por acción de la presión hidrostática, con esto se hace que la columna de mercurio ascienda por el tubo. La columna ejerce una presión hacia abajo debida al peso, este depende de la altura de la misma y de la

[54] Tomado de http://www.textoscientificos.com/quimica/gases/presion-g

densidad del mercurio. Cuando se llega a un equilibrio entre las dos fuerzas la columna se mantiene y tenemos nuestra medida de la presión atmosférica.

La medida dada por la altura de la columna de mercurio se llama presión barométrica y depende de variables atmosféricas y de la altitud en la que se realice la medición. Una atmósfera de presión se define como la presión que ejerce una columna de 760 mm de mercurio a 0ºC y al nivel de mar, además de considerar la densidad del mercurio en 13,5951 g/cm^3 y un valor de la aceleración de la gravedad de 9,8067 m/s^2.

Para medir la presión actualmente tenemos varios tipos de barómetros como los Aneroides basados en recipientes con un vacío parcial que al cambiar la presión cambian de tamaño moviendo una aguja de forma similar a la de un reloj (Figura 21).

FIGURA 21 BARÓMETRO ANEROIDE[55]

[55] Tomado de http://commons.wikimedia.org/wiki/Barometer

Tenemos también los barómetros digitales, estos cuentan con un integrado sensible a la presión, el más conocido de ellos es el BAROCAP® que mediante una membrana se silicio y una sección de vacío cambia sus propiedades eléctricas con lo cual se puede medir la presión atmosférica al traducir estos cambios y presentarlos en una pantalla (Figura 22).

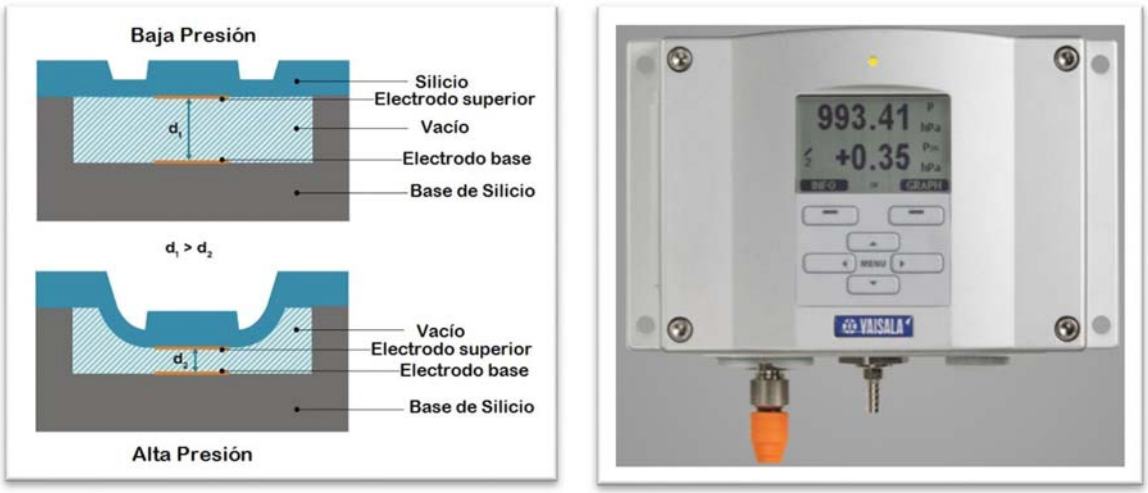


FIGURA 22 SENSOR BAROCAP[56]

2.1.6. EFECTOS DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

2.1.6.1. EFECTOS EN LOS HUMANOS

Los cambios en la presión atmosférica afectan por igual a los animales como a los humanos, son muchas las formas como esto ocurre, como se mencionó antes el cambio en la altura está directamente relacionado con el cambio en la presión atmosférica, de igual forma la cantidad de oxigeno que se adquiere en cada inspiración se reduce, esto quiere decir que cuanto más alto nos encontremos menor será la cantidad de aire que inspiremos, y por ello cada vez que respiramos el oxígeno que recibimos es menor, por ello respiramos más agitadamente, buscando con ello ingresar más oxígeno al cuerpo.

También se incrementan el ritmo cardiaco y la presión sanguínea, el cuerpo reacciona produciendo un mayor número de glóbulos rojos y de hemoglobina, encargados de transportar el oxígeno en la sangre. Estos cambios toman de dos a nueve meses en el organismo para llegar a aclimatarse, es por ello que las personas que sufran de enfermedades de tipo cardiaco o pulmonar no se deben exponer a

[56] Tomado de http://es.vaisala.com/sp/products/pressure/Pages/PTB110.aspx

cambios bruscos de altura, puesto que su organismo no tendría oportunidad de acoplarse a las nuevas condiciones.

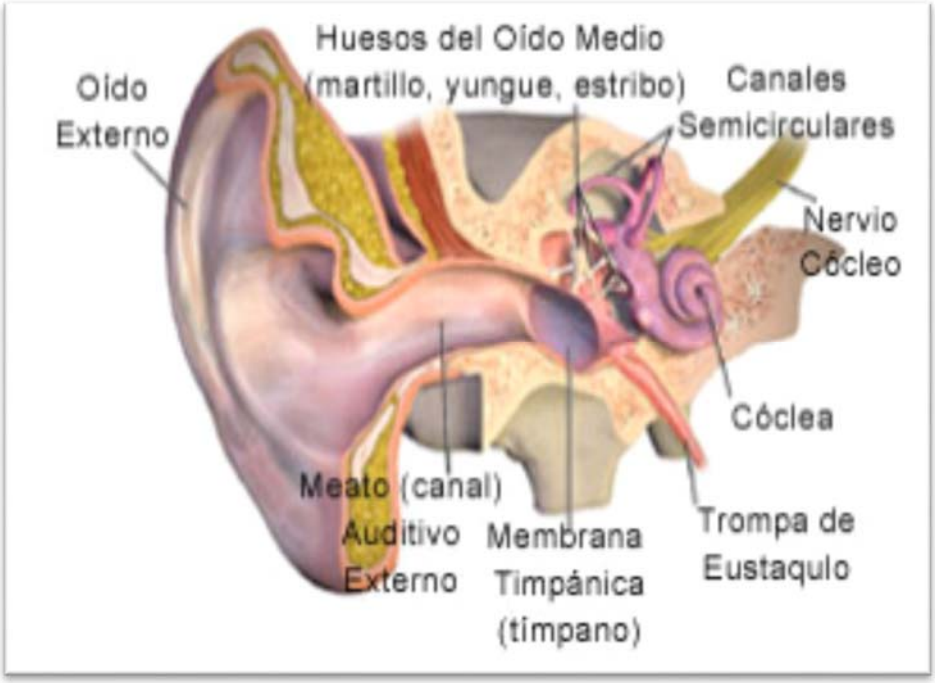


FIGURA 23 ANATOMÍA DEL OÍDO[57]

En cambios de altura, durante un viaje por ejemplo, algunos hemos experimentado la molesta sensación de oídos tapados, esta se produce por la expansión de aire en el oído interno, la cual se iguala con la exterior por medio de unos conductos en la trompa de Eustaquio (Figura 23) la cual es un canal que comunica el oído medio con las fosas nasales, el que se abra y cierre igualando las presiones interna y externa del oído está asociado con la función de pasar saliva.

Es por ello que en un viaje se recomienda mascar chicle, acción esta que mantiene en constante funcionamiento la apertura y cierre, esto nos previene de llegar a sufrir un baro traumatismo el cual si es leve desaparece por sí solo, pero si llega a ser más fuerte desencadena en un padecimiento llamado barotitis, el cual requiere de atención médica.

La presión arterial también está ligada con la presión atmosférica y los cambios que tenga la segunda alteran la primera, es por ello que personas con afecciones de hipertensión son más sensibles a los cambios en la presión atmosférica, según su afectación sea esta hipotensión o hipertensión serán beneficiados de vivir en media o baja altura.

[57] Tomado de http://www.allinahealth.org/mdex_sp/es92431.jpg

2.1.6.2. EFECTOS CLIMÁTICOS

La presión es el agente que provoca el viento. Cuando una cantidad de aire se ubica en un determinado sitio adquiere ciertas características dadas por la humedad y la temperatura a las que se encuentra, es entonces cuando se le considera una "masa de aire", esta masa difiere de otras y puede llegar a tener extensiones de cientos de kilómetros, las masas sobre los polos son frías y con una alta presión en tanto que las masas sobre los trópicos son cálidas y de baja presión, esto debido a la reducción en la densidad del aire debido al aumento en la temperatura.

Cuando el aire caliente se torna menos denso este es desplazado por el aire frio y esto es lo que entendemos como el viento. Esto es un ciclo constante, dado que el aire al llegar a una mayor altura cambia sus propiedades retornando a la tierra y completando el ciclo como se observa en la Figura 24. Tememos entonces que el aire fluye de las zonas de mayor presión a las de menor presión. Claro está hay otras condiciones locales como el relieve que modifican y generan vientos pero estas no se estudian en esta sección.

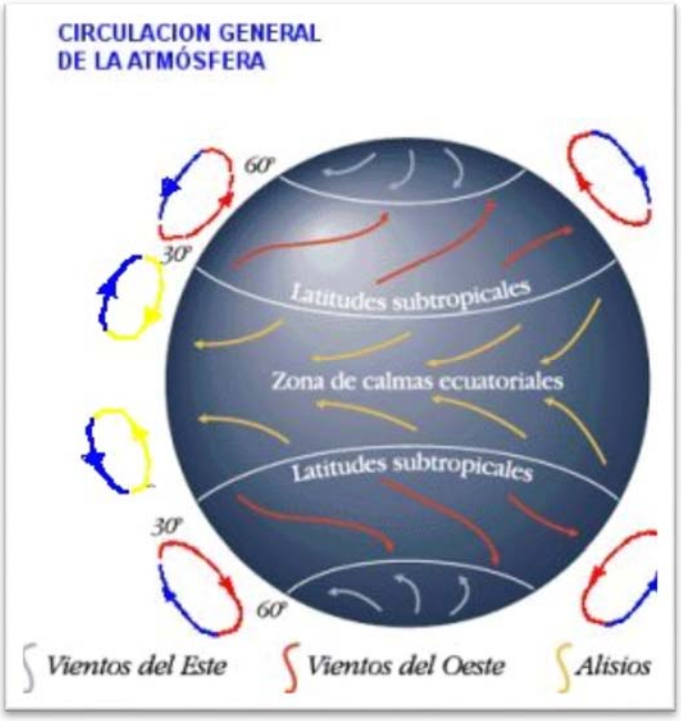


FIGURA 24 CICLOS DE VIENTO[58]

Los efectos de este movimiento del aire en su más catastrófica expresión lo tenemos en las tormentas tropicales y huracanes.

[58] Tomado de:
http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/AYC/document/atmósfra_y_clima/presion/comoinfluye.htm

2.2. LA TEMPERATURA

El concepto de temperatura está ligado a la sensación de frio, tibio o caliente, estamos habituados a que sea nuestro sentido del tacto quien nos dé una medida intuitiva de la temperatura de un objeto que tocamos, es también muy común confundir esta variable con el concepto de calor, en la Figura 25 tenemos un ejercicio muy común, someter al tacto dos diferentes materiales, en la mayoría de los casos se dirá que el piso de losa está más frio que la alfombra, es necesario entonces comparar un objeto respecto a un patrón, tendremos entonces una medida de la temperatura.

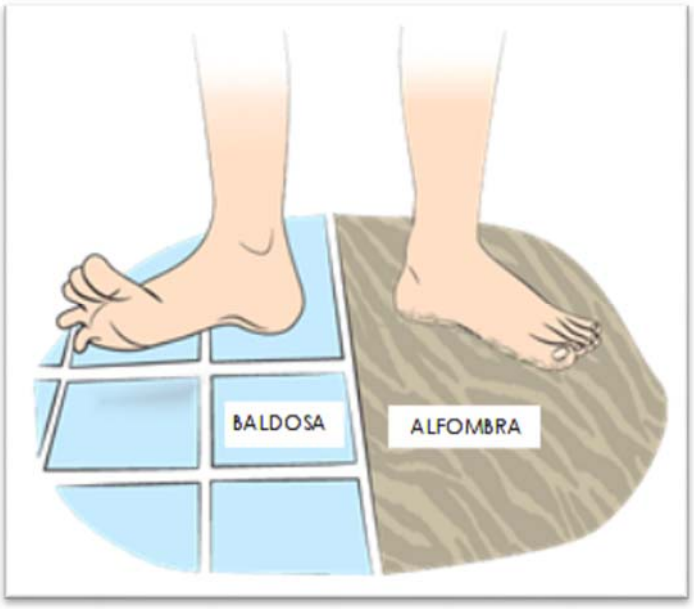


FIGURA 25 SENSACIÓN DE FRIO O CÁLIDO[59]

Temperatura Es la medida que nos indica que tan caliente o frio esta un objeto respecto a una norma. (GIANCOLI, 2007)

La anterior definición nos es más familiar si tan solo nos remitimos a nuestro sentido del tacto, cuando tocamos algún objeto podemos decir que este se encuentra a una temperatura menor o mayor a la nuestra, es decir que está más frio o más caliente, sin embargo cuando tocamos al tiempo un metal y un trozo de cartón pareciera que el metal está más frio que el cartón, esto es debido a las propiedades térmicas de transferencia de energía (calor) que poseen los materiales.

Así pues la norma es la estandarización que se diseñó para que la temperatura de los cuerpos pueda ser referenciada de igual forma en cualquier lugar del mundo. Estas normas son conocidas como las escalas de temperatura y las más conocidas

[59] Tomado de http://www.correodelmaestro.com/publico/html5022014/capitulo1/capitulo_01.html

son las escalas de grados Celsius, la de grados Fahrenheit y la de kelvin o escala absoluta.

Temperatura es la medida de la energía cinética de traslación promedio, por molécula de una sustancia (HEWIT, 2007)

Esta definición la podemos aterrizar si consideramos los cambios de estado de la materia (FIGURA 26), para poder pasar de un estalo líquido a uno gaseoso por ejemplo, es necesario emplear una cantidad de energía (calor) que hace que las moléculas que componen dicha materia adquieran una mayor movilidad, o energía cinética, de igual manera al ceder esta energía la moléculas pierden movilidad, y se pasaría a un estado sólido.

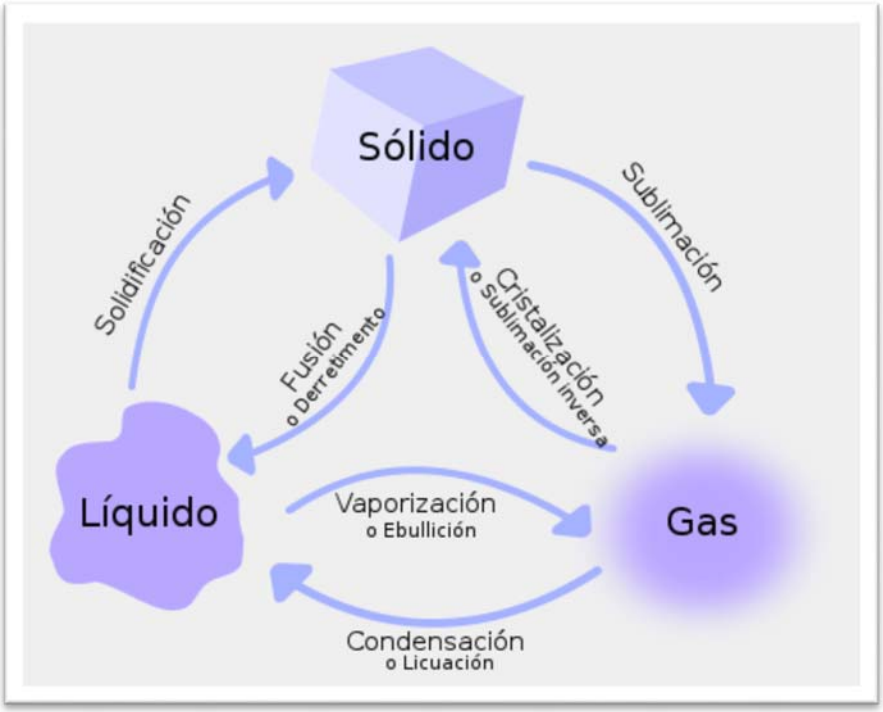


FIGURA 26 CAMBIOS DE ESTADO[60]

Otra forma de plantear la temperatura de un objeto o sistema es la del equilibrio térmico, esto es también llamado *Ley cero de la termodinámica* y establece:

Si dos objetos A y B, considerados por separado, están en equilibrio térmico con un tercer objeto C, entonces A y B están en equilibrio térmico (GIANCOLI, 2007)

Así que la temperatura de un cuerpo puede considerarse como una propiedad de este que establece si está en equilibrio térmico con otros cuerpos.

[60] Tomado de http://gorlafqa.blogspot.com/p/cambios-de-estado-y-teoria-cinetico.html

2.2.1. UNIDADES DE TEMPERATURA

Son varias las escalas utilizadas para su expresión, tenemos las más comunes Celsius (centígrada) y Fahrenheit, las cuales podemos decir son de uso doméstico, también contamos con la escala Kelvin llamada escala absoluta, esta es utilizada para el trabajo científico. La comprensión de estas y las equivalencias entre ellas es una de las actividades involucradas en el trabajo práctico; podemos apreciar en la Figura 27 una representación de las escalas con las equivalencias en los dos puntos críticos de temperatura para el agua, ebullición y fusión, además del puno de temperatura cero.

2.2.1.1. CELSIUS

Es nombrada así en honor al físico y astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744) quien la sugirió inicialmente, aunque diferente de la actual, es también conocida como escala centígrada, pues se basa en cien divisiones que van desde el cero grados, temperatura a la cual el agua se congela, es decir, pasa de estado líquido a sólido y llega hasta los cien grados, temperatura de ebullición, cuando el agua pasa de estado líquido a gaseoso. Su unida es el grado Celsius [°C]

2.2.1.2. FAHRENHEIT

Debe su nombre al físico Gabriel Fahrenheit (1686-1736), se utiliza principalmente en los Estados Unidos, para determinar el rango más bajo de la escala utilizo una mezcla de agua, hielo y cloruro de amonio, donde la temperatura de esta mezcla se estableció como cero, luego otro punto fue la temperatura de congelación del agua sin mezcla que se asignó en 32 grados y por último la de ebullición en 212 grados de temperatura, su unidad es el grado Fahrenheit [°F]

2.2.1.3. KELVIN

La escala Kelvin debe su nombre al físico ingles Lord William T. Kelvin (1824-1907), a diferencia de las anteriores esta escala no está basada en los puntos de fusión o ebullición de las sustancias, sino en los niveles de energía, se dice que una sustancia tendrá un cero absoluto cuando carece de energía cinética a nivel molecular que pueda ceder. Su unidad es el Kelvin [K], hay que resaltar que en esta escala no se emplea el término ni el símbolo de grados.

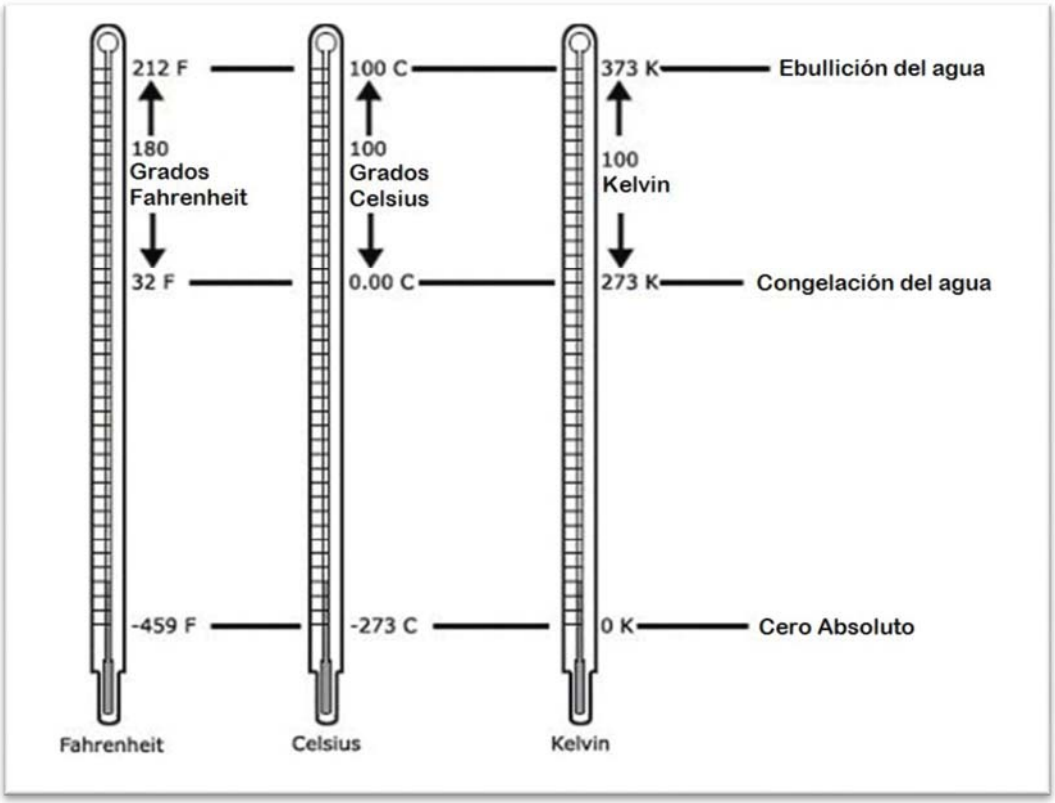


FIGURA 27 ESCALAS DE TEMPERATURA[61]

2.2.2. CONVERSIÓN ENTRE ESCALAS DE TEMPERATURA

La conversión entre escalas es una actividad muy usual tanto con fines informativos, académicos o científicos, para simplificar el trabajo se han establecido las ecuaciones mostradas en la Tabla 2 basadas en la corresponsabilidad entre las tres principales escalas.

TABLA 2 CONVERSIÓN DE ESCALAS DE TEMPERATURA

Unidad deseada	Unidad origen	Ecuación
ºF	ºC	ºF = ºC x 1.8 + 32
ºC	ºF	ºC = (ºF-32) ÷ 1.8
ºC	K	ºC = K – 273.15
K	ºC	K = ºC + 273.15
K	ºF	K = 5/9 (ºF – 32) + 273.15
ºF	K	ºF = 1.8(K – 273.15) + 32

[61] Tomado de: http://noventaynuevepicokelvins.blogspot.com/2012/11/escalas-termometricas-parte-1.html

2.2.3. OTRAS ESCALAS

2.2.3.1. LA ESCALA RÉAUMUR[62]

Es una escala relativa, es decir, está basada en puntos de referencia. Su símbolo es (°Ré, °Re ó °R) se propuso en 1730 por el inventor francés y físico René Antoine Ferchault de Réaumur, los puntos fijos utilizados son el punto de congelación del agua (0° Ré) y su punto de ebullición (80° Ré). Tenemos entonces que la unidad de esta escala, grado Réaumur, equivale a 4/5 de 1 grado Celsius y coincide en el mismo valor de cero. Fue utilizada en Europa pero se encuentra en desuso, tan solo se tienen noticias de su aplicación en la medida de la temperatura de los almíbares y los caramelos en la industria alimenticia.

Para convertir la escala a otras tenemos:

De Réaumur a Celsius es:

$$C = 1.25 * R$$

De Réaumur a Kelvin es:

$$K = 1.25 * R + 273.15$$

2.2.3.2. LA ESCALA RANKINE[63]

La escala Rankine es una escala de tipo absoluto, y podemos afirmar que es el equivalente de la relación Celsius- Kelvin, en una relación Fahrenheit- Rankine, es decir, toma el cero absoluto igual al cero Kelvin, pero cada grado Rankine equivale a un grado Fahrenheit.

El grado Rankine tiene su punto de cero absoluto a −459,67 °F, y la conversión se obtiene así:

$$°R = °F + 459.67$$
$$°F = °R - 459.67$$

Cero Rankine (0 R) equivalen a −273,15 °C o 0 K. Para convertir de Kelvin a Rankine se multiplica por un factor de 9/5:

$$°R = \frac{9}{5}K$$

---

[62] René Antoine Ferchault de Réaumur, (La Rochelle, Francia, 28 de febrero de 1683- Saint-Julien-du-Terroux 17 de octubre de 1757) Científico francés.

[63] William John Macquorn Rankine, (1820/07/05 Edimburgo, Escocia - 1872/12/24 Glasgow) Ingeniero y físico británico.

Esta escala se utilizó en estados unidos para fines científicos en el estudio de fenómenos termodinámicos pero su uso se descartó al adoptarse internacionalmente la escala Kelvin.

2.2.4. MEDIDA DE LA TEMPERATURA

El primer medidor térmico, fue inventado por Galileo, (el término *térmico* proviene del *griego* y significa calor), valiéndose para ello de la densidad de un líquido, propiedad esta que cambia con la variación de temperatura. La evolución de los instrumentos de medida (termómetros) nos ha llevado a utilizar inicialmente la dilatación de metales como el mercurio hasta utilizar hoy la longitud de onda emitida por el objeto para medirla (BENEDICT, 1984).

Los termómetros clásicos iniciales y aun los de ahora están construidos en vidrio, un tubo delgado con marcas que en su interior contienen una cantidad de mercurio, metal este, que por sus propiedades es líquido a temperatura ambiente, y cuando se calienta o enfría por efecto de la dilatación térmica, aumenta o disminuye su volumen respectivamente. La forma en que lo hace, de manera proporcional al cambio en la temperatura, es aprovechada para que mediante las marcas en el tubo de vidrio se pueda leer esta variación como una medida de la temperatura.

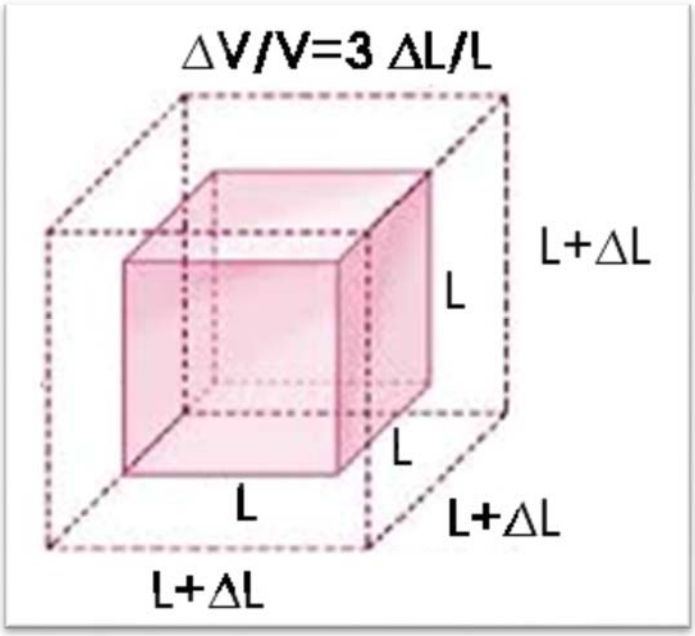


FIGURA 28 DILATACIÓN VOLUMÉTRICA[64]

[64] Tomado de: http://www.hiru.com/fisica/cambios-de-estado-calores-latentes

La dilatación térmica volumétrica, como su nombre lo indica es cambio de volumen por efecto de un cambio de temperatura y afecta a casi todas las sustancias. Es un cambio proporcional, es decir, al aumentar la temperatura aumenta el volumen y al disminuir la temperatura, igualmente disminuye el volumen.

En la Figura 28 se puede ver un cubo con longitudes iniciales L, al aumentar la temperatura tendrá una elongación de ΔL, dada por el producto del cambio de temperatura $\Delta T * L * \alpha$, donde α es un coeficiente determinado por el material, y se denomina coeficiente de dilatación lineal, así mismo tendremos un coeficiente de dilatación volumétrica β. Esto está definido por la siguiente ecuación:

$$\Delta V = \beta * V_i * \Delta T$$

Donde:

ΔV es el cambio en el volumen (aumento o disminución)

β es un factor que depende de la sustancia, en el caso del mercurio 1.82x10-4 $°C^{(-1)}$

V_i es el valor inicial del volumen

y ΔT es el cambio en la temperatura en °C

Para la construcción de estructuras el tener presente esta dilatación volumétrica es fundamental, puesto que se podría presentar un colapso de la misma debido a los esfuerzos que se presentarían si no tienen un espacio para alongarse, tenemos un ejemplo en los puentes vehiculares (Figura 29), donde las juntas de dilatación permiten que el puente cambie de dimensiones sin presentar peligro para la estructura.

FIGURA 29 JUNTA DE DILATACIÓN[65]

[65] Tomado de: http://www.empresasconstruccion.es/juntas-de-dilatacion-expansion-joint/

La medida de la temperatura de una forma más precisa se realiza mediante termocuplas y termómetros infrarrojos, los primeros están constituidos por un par de metales diferentes que al cambiar sus propiedades por efecto de la temperatura cambian la resistencia al paso de corriente eléctrica, mediante un transductor este cambio es convertido a grados en las diferentes escalas.

El segundo también llamado pirómetro de infrarrojos, lo que miden es la cantidad de radiación térmica que los cuerpos emiten en el rango electromagnético del infrarrojo, luego un transductor lo cambia a valores que mediante un microcomputador son visibles en el aparato en las diferentes escalas. Con este tipo de termómetros es posible medir la temperatura si el objeto está en movimiento o si está en una zona rodeada de un campo electromagnético, o a través del vacío, lo más importante es que se puede medir a distancia del objeto sin entrar en contacto con él.

FIGURA 30 TERMOCUPLA (IZQ.) Y TERMÓMETRO INFRARROJO[66]

[66] Tomado de http://www.espaelec.com.ar/shop/detalle.asp?oynprodid=148

2.2.5. EFECTOS DE LA TEMPERATURA

2.2.5.1. EFECTOS EN LOS HUMANOS

La temperatura media del cuerpo humano es de 37°C con una variación aceptable de 0.5°C, fuera de ese rango de temperatura el cuerpo reacciona buscando volver a él, estas reacciones causan diferentes cuadros que pueden llegar a ser mortales.

La mortalidad por cambios de temperatura ha sido conocida desde siempre, en la historia de la medicina son muy reconocidos los efectos que esta produce, en las zonas con estaciones la tasa de mortalidad tiene forma de "U" donde los picos están dados en el invierno y el verano, épocas con el más dramático cambio en la temperatura del ambiente.

En la tabla 3 encontramos una resumen con los más comunes malestares por temperatura

TABLA 3 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON TEMPERATURAS EXTREMAS[67]

Enfermedades que se asocian con las altas temperaturas	Trastornos asociados con bajas temperaturas

• Síndromes por calor
  o Aclimatación
  o Calambres por calor
  o Agotamiento por calor
  o Lesión por calor asociada al ejercicio
  o Golpe de calor
  o Efectos del calor en la reproducción
• Hipertermia maligna
• Síndrome neuroléptico maligno
	• Variaciones estacionales de la mortalidad
	• Hipotermia
	  o Accidental
	  o Secundaria a enfermedades agudas
	  o Por inmersión
	• Lesiones locales por frio

Los síndromes por calor ocurren con mayor frecuencia en momentos de cambios súbitos, puesto que el cuerpo requiere de al menos diez días para aclimatarse, afecta principalmente a personas mayores y niños, y al igual que la mortalidad por frio está estrechamente ligado a las condiciones socioeconómicas de la población,

[67] FERRÁN BALLESTER DÍEZ, Meteorología y salud. Revista española de salud pública N°3. 1996, P251-259

en la población más pobre no hay los recursos para aire acondicionado o calefacción para soportar los cambios.

En las zonas de latitud baja como la nuestra si bien no estamos expuestos a los cambios bruscos por las estaciones las repercusiones de los cambios de temperatura se ven reflejados en enfermedades respiratorias que tienen un tiempo de activación posterior al cambio, en especial cuando la población más vulnerable, como comentamos antes ancianos, niños y aquellos en condiciones socioeconómicas difíciles.

Pero no solo los cambios bruscos nos afectan, existen a nivel laboral reglamentaciones que se basan en el llamado estrés térmico, el cual reduce la productividad de los individuos, mermando sus reacciones tanto físicas como mentales, dentro de los riesgos laborales deben hacerse los estudios pertinentes para determinar el grado de riesgo al que se exponen los trabajadores a este tipo de factor de estrés y tomar las medidas pertinentes para mitigarlo.

El estrés térmico se presenta tanto en condiciones de calor como las mencionadas olas de calor, como también en condiciones frías, estar en unas condiciones laborales que mantengan al cuerpo expuesto a la perdida de calor corporal traen repercusiones tanto o más graves que las del calor. Algunas de las ocupaciones en las que los trabajadores pueden llegar a sufrir problemas de estrés térmico por frio son: los trabajos al aire libre, el almacenamiento y transporte de alimentos refrigerados (Figura 31), los trabajos en cámaras frigoríficas o refrigeradas, entre otros.

FIGURA 31 ESTRÉS POR FRIO[68]

[68] Tomado de: http://www.higieneindustrialyambiente.com/estres-termico-frio-calor-confort-quito-guayaquil-cuenca-ecuador.php?tablajb=termico&p=14&t=Monitoreo-Estres-por-frio&

El estrés por frio puede manifestarse de diferentes maneras, y afectar el equilibrio térmico de todo el cuerpo en especial de las extremidades, la piel y los pulmones, el enfriamiento origina molestias, insensibilidad, disfunción neuromuscular y finalmente lesiones por frio, en la Tabla 4 se presentan los efectos del frio según el tiempo de exposición.

TABLA 4 EFECTOS ESTRÉS POR FRIO[69]

DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN	EFECTOS FISIOLÓGICOS	EFECTO PSICOLÓGICO
Segundos	• Bloqueo inspiratorio • Hiperventilación • Aumento de la frecuencia cardiaca • Vasoconstricción periférica • Elevación de la presión arterial	• Sensación cutánea • Malestar
Minutos	• Enfriamiento de los tejidos • Enfriamiento de las extremidades • Deterioro neuromuscular • Tiritona (tiritar) • Congelación por contacto y convección	• Reducción del rendimiento • Dolor por enfriamiento local
Horas	• Menor capacidad para el trabajo físico • Hipotermia • Lesiones por frio	• Deterioro de la función mental
Días/meses	• Lesiones por frío sin congelación • Aclimatación	• Habituación • Menores molestias
Años	• Efectos tisulares crónicos	

Asociado a los efectos directos también hay que contemplar que el uso de abrigos, calzado, guantes y gorros o cascos para prevenir la pérdida del calor corporal, supone para el trabajador una reducción en la movilidad y desenvolvimiento, además de agregar el peso que estas prendas tienen, es decir un aumento de carga al trabajador, máxime cuando esté realiza labores que requieren de movimiento.

En el caso del estrés por calor tenemos unas condiciones como las que se presentan en las olas de calor, no es fácil definir una ola de calor dado que lo que

[69] http://www.ugt.es/saludlaboral/fichas_slab/Fichas14.pdf

se perciba como tal en Londres o en Nueva York podría no serlo en Bogotá o en Buenos Aires, y en algunas regiones podría incluso representar un alivio (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2012). Se establece que en una ola de calor las temperaturas máximas nunca serán menores a los 30°C, sin embargo lo importante es determinar en qué medida rebasan estos valores a las temperaturas normales (promedio) y durante cuánto tiempo.

Tienen que pasar varios días para que el exceso de temperatura afecte a las personas de manera considerable.

Se deben tener en cuenta también otros efectos agravantes, como cuando se tiene una humedad elevada, puesto que el agua es una sustancia que almacena calor y con ello la sensación provocada es mayor, además de provocar que la temperatura en la noche, no descienda de manera natural. El calor en un clima seco es más llevadero, en este tipo de clima la temperatura disminuye durante la noche.

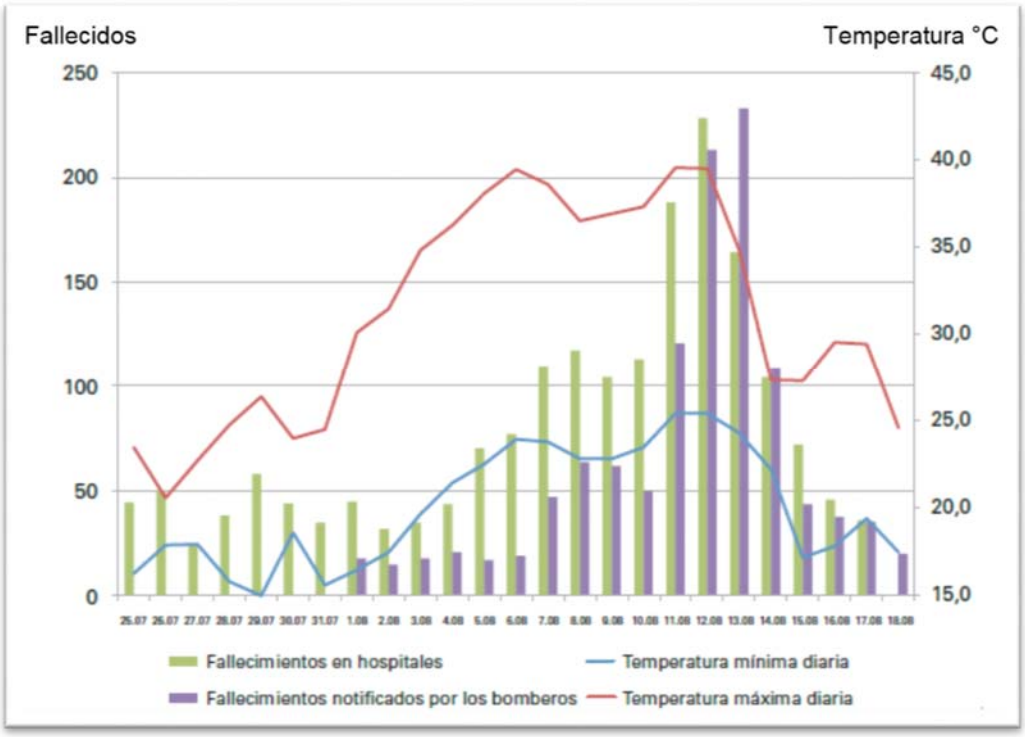


FIGURA 32 FALLECIMIENTOS POR OLAS DE CALOR[70]

El nivel de riesgo al que se ven expuestas las personas ante una ola de calor no es fácilmente estimable. Una ola de calor afecta de forma diferente a las personas, algunas de estas pueden adaptarse con facilidad a las altas temperaturas,

[70] Tomado de http://www.newscientist.com/article/dn4259#.VC4bb3_4bHo

independientemente de si han vivido en regiones templadas o frías, el cuerpo puede adaptarse a estas condiciones de temperatura tropical en una o dos semanas.

Cuando ocurren estos aumentos súbitos de temperatura las personas más vulnerables son los ancianos y los de más bajo nivel económico, el cuerpo delos primeros no responde con la aclimatación tanta fácilmente, en el caso de los segundos, generalmente sus hogares o viviendas no pueden contar con aire acondicionado o sistemas de refrigeración.

En la Figura 32 tenemos una representación estadística de los fallecimientos ocurridos en la ola de calor sufrida en Europa en el año 2003 entre el 25 de julio y el 18 de agosto, en esta se aprecia como el número de muertes reportadas aumenta de forma directa con el aumento de las temperaturas.

2.2.5.2. EFECTOS CLIMÁTICOS

La temperatura atmosférica es una de las características del clima, es el grado de calor del aire en un lugar y tiempo determinados, además de ser el elemento meteorológico delimitador de la mayor parte de los tipos climáticos (climas templados, cálidos o fríos), es entonces la temperatura atmosférica uno de los criterios principales para caracterizar el clima.

Las medidas de la temperatura se obtienen de las mediciones en un lugar específico. La temperatura máxima, que es la mayor temperatura del aire alcanzada durante un día, o en un mes o en un año. La temperatura mínima, que de manera similar a la anterior se expresa diaria, o mensual o anual y es la mínima absoluta alcanzada y la temperatura media la cual se obtiene de los promedios entre las temperaturas máximas y mínimas.

Con las temperaturas medias mensuales se obtiene un gráfico de las temperaturas medias de un lugar para un año determinado (climograma). Con estos mismos datos pero con una extensión de muchos años (30 o más) se obtiene el promedio estadístico de la temperatura en dicho lugar. Para el climograma además se tiene los datos del promedio de las lluvias mensuales de ese mismo lugar.

En el climograma de la Figura 33 se observa la cantidad de pluviosidad (lluvia) en cada mes (barras azules) y el promedio de las temperaturas medias mensuales (línea naranja). Con base en estos datos podemos determinar que se trata de una zona húmeda y cálida con dos picos de lluvias en marzo y octubre y una temporada fría en julio.

El origen del calor atmosférico es debido a la radiación solar, esta es la fuente de energía principal y podríamos decir que la única para la atmósfera terrestre. La radiación solar llega en forma de insolación (rayos de luz y calor), la radiación solar atraviesa la atmósfera sin calentarla, porque el aire es diatérmico, es decir, deja pasar los rayos solares sin calentarse.

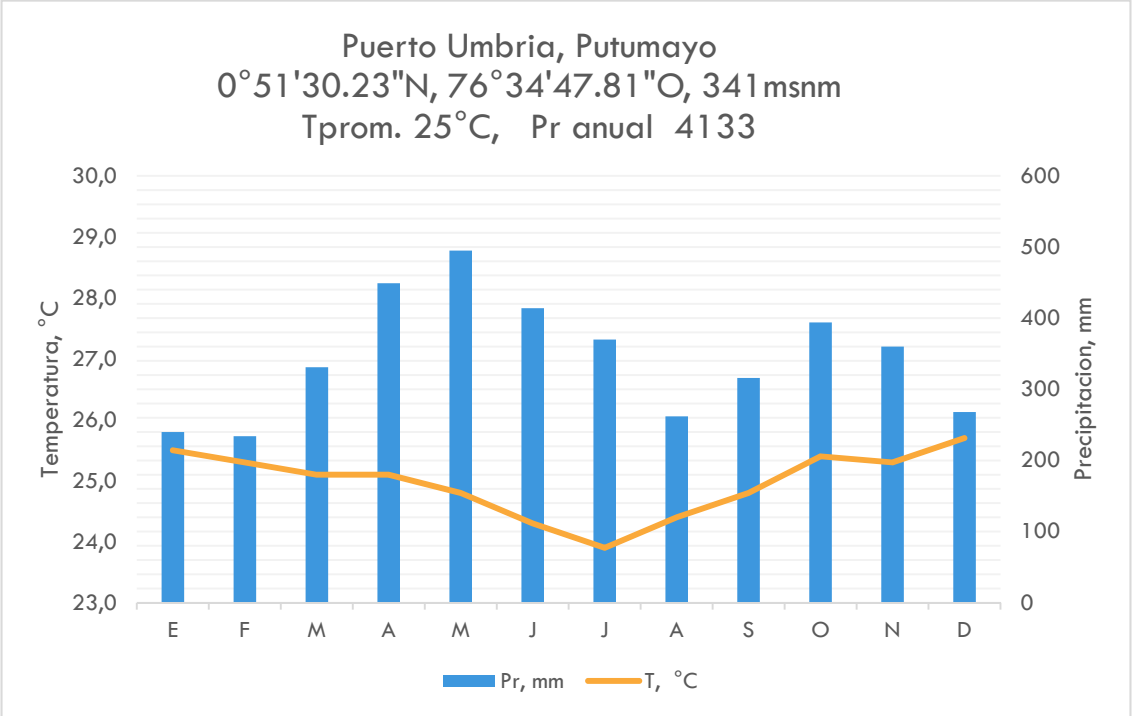


FIGURA 33 CLIMOGRAMA DE PUERTO UMBRÍA PUTUMAYO

Cuando esta radiación solar llega a la superficie, sea esta terrestre o marítima, se transforma pudiendo calentar tanto agua como suelo, este calentamiento de la atmósfera terrestre entonces no es directo sino que se produce a partir de los rayos solares que son re-emitidos por la superficie terrestre ya después de estar caliente, el calentamiento en las capas inferiores del aire se debe a dos fenómenos estrechamente relacionados, la mayor presión atmosférica del aire a baja altura, y la corta longitud de las ondas emitidas.

El aire comprimido puede absorber mucho más calor que el aire expandido, el poco alcance de las ondas reflejadas las cuales pierden su energía térmica muy rápidamente después de ser emitidas, causa esta, del fenómeno del espejismo, en el que el aire en contacto con el suelo se calienta tanto como para disminuir su densidad y producir una especie de espejo que distorsiona lo que vemos, el un día seco y soleado parece que al ver la superficie de las carreteras estas estuvieran mojadas.

Estos son dos elementos del clima (presión y temperatura) varían entre sí de manera inversa, cuanto mayor sea la temperatura del aire, menor será su presión (el aire asciende), de manera inversa, cuando el aire es más frío tiene una tendencia a descender, con lo que la presión atmosférica aumenta.

FIGURA 34 ESPEJISMO[71]

Donde la temperatura del aire aumenta, el tiempo atmosférico tenderá a ser inestable y se pueden producir lluvias e incluso tormentas y huracanes. Donde la temperatura del aire desciende, el tiempo será más estable y se presentarán días soleados con pocas nubes y con el ambiente seco.

Tenemos entonces que la temperatura depende de la radiación solar, es por esto, que durante el día la temperatura es mayor que en la noche, y en las regiones tropicales, en las cuales tenemos una mayor insolación hace más calor que en aquellas zonas donde es menor, como en las zonas polares.

También se debe considerar que la radiación varía en la superficie, esto se debe a tres factores la altitud, la latitud y la proximidad al mar, además de los efectos producidos por los movimientos de rotación (día y noche) y traslación de la tierra (estaciones).

[71] Tomado de: http://reflexionesfotograficas.blogspot.com/2011/01/los-espejismos-fenomenos-de-la-luz.html

2.3. METEOROLOGÍA

La meteorología es la parte de la Física que estudia la atmósfera y los fenómenos físicos que en ella tienen lugar.

Su etimología contiene las voces griegas meteoro y logos, que significan fenómeno celeste y tratado. Su objetivo es el estudio de los fenómenos atmosféricos y con ello tratar de predecir el comportamiento de clima.

Para ello mantiene un monitoreo constante de las variables y fenómenos que están ligados al clima (Figura 35), a través de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la cual fue creada en 1950 y suscrita a la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Actualmente la OMM cuenta con 187 países miembros con servicios y observaciones meteorológicos, promueve el intercambio rápido de información, la normalización de las observaciones meteorológicas y la publicación uniforme de observaciones y estadísticas.

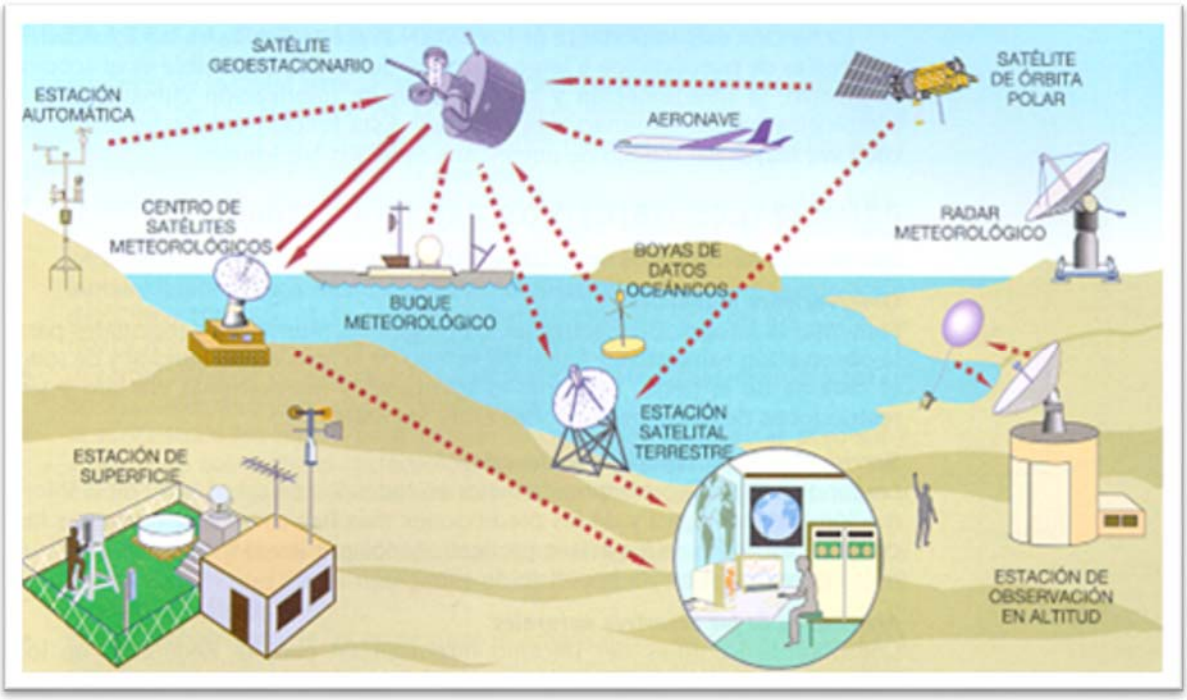


FIGURA 35 ESQUEMA DE MONITOREO DE FACTORES CLIMÁTICOS[72]

[72] Tomado de. https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=482&conID=1236

El comportamiento del clima ha estado ligado a la humanidad desde que esta dejo de ser nómada y busco su sustento en el cultivo, la lluvia ha sido considerada como el regalo de los dioses, pero también como el látigo con el que castigan.

En la actualidad, disponer de una información confiable respecto al clima es de vital importancia, esto para los diferentes escenarios, como los sociales, culturales, económicos, etc… además cada vez es mayor la conciencia de que el clima está cambiando y los humanos somos uno de los factores de este cambio.

Respecto a esto hay que aclarar que el clima esta siempre en constante cambio, el tiempo climático esta en otra escala, es decir, los cambios climáticos se describen con tiempos mayores a los de la existencia de los humanos en la tierra, y su cambio a través del tiempo obedece a diversos factores, uno de los más influyentes es el comportamiento del sol.

El "calentamiento global" es un término que se centra en el aumento de temperatura media del planeta y cuyas causas son de origen antropogénico (por causa del hombre), como el aumento del efecto invernadero (Figura 36), el cual se presenta de forma natural y es uno de los factores que hacen posible la vida en el planeta, pero que a causa de los gases como el CO_2, producto de la actividad humana incrementa la temperatura en la tierra.

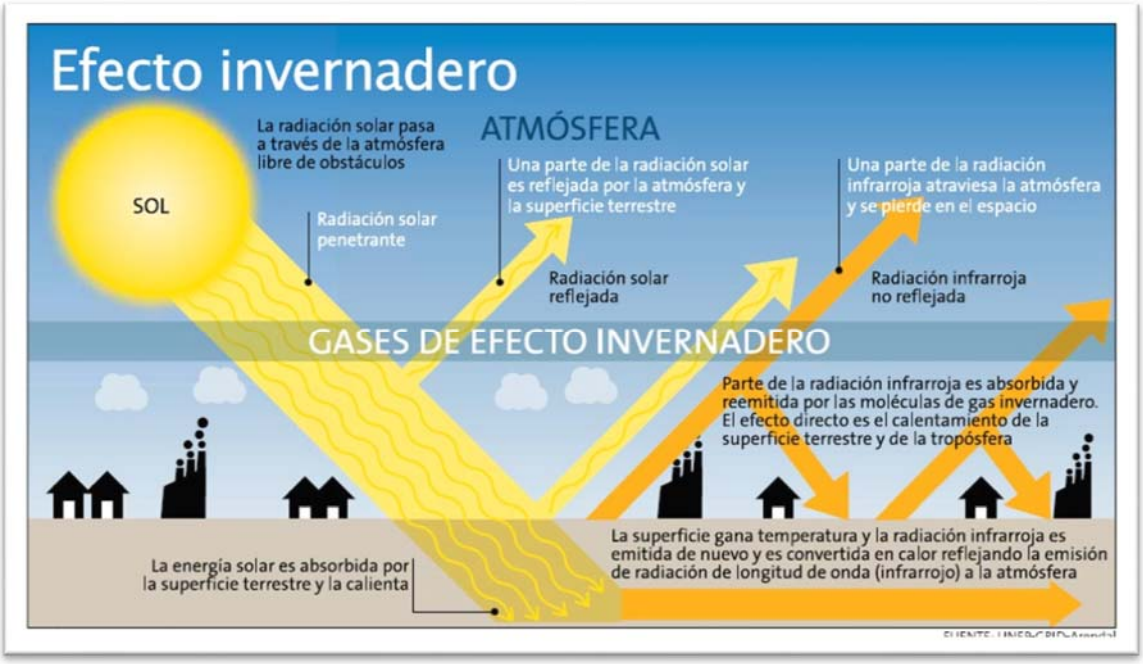


FIGURA 36 EFECTO INVERNADERO[73]

[73] Tomado de: http://cambioclimatico.minam.gob.pe/cambio-climatico/sobre-cambio-climatico/que-lo-origina/

Para el estudio de la meteorología, esta ha sido separada y es así como desde el punto de vista teórico la meteorología se encuentra dividida en tres ramas (REYES COCA, 2002), estas son:

- Meteorología dinámica, que estudia los movimientos y procesos termodinámicos de la atmósfera, así como los mecanismos que generan los distintos fenómenos como el viento, la circulación del aire, la formación de huracanes (Figura 37) y tormentas, etc.

FIGURA 37 METEOROLOGÍA DINÁMICA[74]

- Meteorología física, estudia los procesos físicos como el calor, radiación, evaporación, condensación, precipitación, fenómenos ópticos, eléctricos y acústicos como los del arcoíris, halos y auroras (Figura 38).

FIGURA 38 METEOROLOGÍA FÍSICA[75]

[74] Tomado de: http://www.tiempo.com/ram/wp-content/uploads/2011/04/hu1.jpg
[75] Tomado de: en.wikipedia.org/wiki/Aurora#mediaviewer/File:Aurora_Borealis_and_Australis_Poster.jpg

- Meteorología sinóptica, estudia las variaciones diarias de los procesos atmosféricos y mediante observaciones y su posterior análisis buscan la manera de presentar los mapas del clima (Figura 39) y su pronóstico.

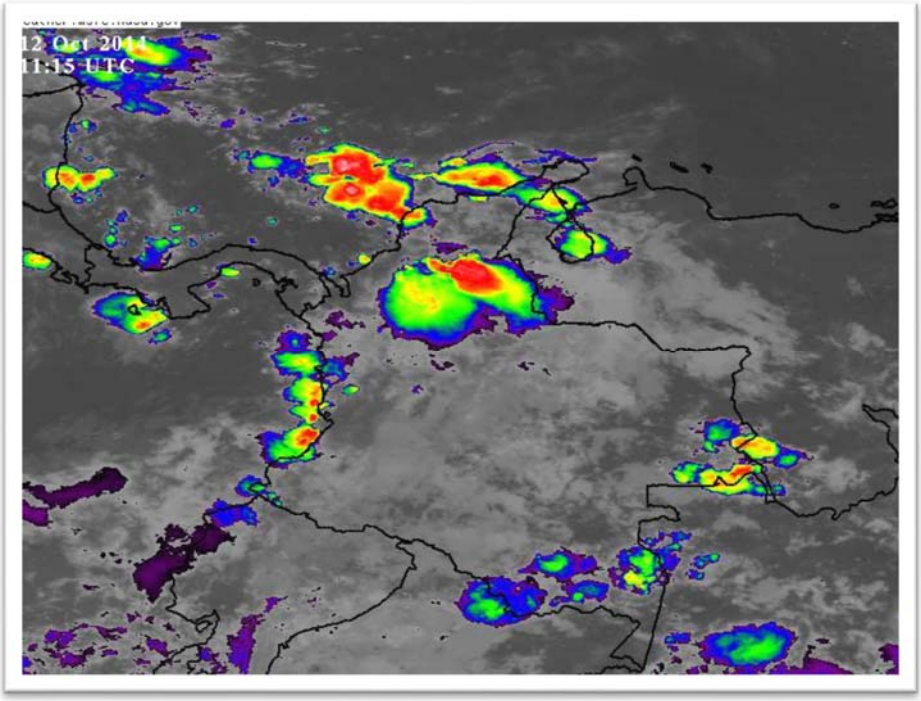


FIGURA 39 METEOROLOGÍA SINÓPTICA,[76]

La organización meteorológica mundial realiza esta división, más en función del estado de la ciencia, que de la materia en sí misma[77] en la Figura 40 encontramos un esquema que nos explica esta división.

Para el estudiante debe quedar claro que cada una de las especialidades listadas está enfocada según la región en la cual se aplica, es decir, aun cuando se puedan realizar estudios sobre las mismas variables o características climáticas, estas dependerán y tendrán una interpretación diferente dependiendo del lugar geográfico en el cual se apliquen dichos estudios.

[76] Tomado de http://www.canalclima.com/noticias/asi-amanece-colombia-hoy-12-de-octubre-de-2014/
[77] Guidelines for the Education and Training of Personnel in Meteorology and Operational Hydrology WMO-N° 258, Vol. I - Meteorology

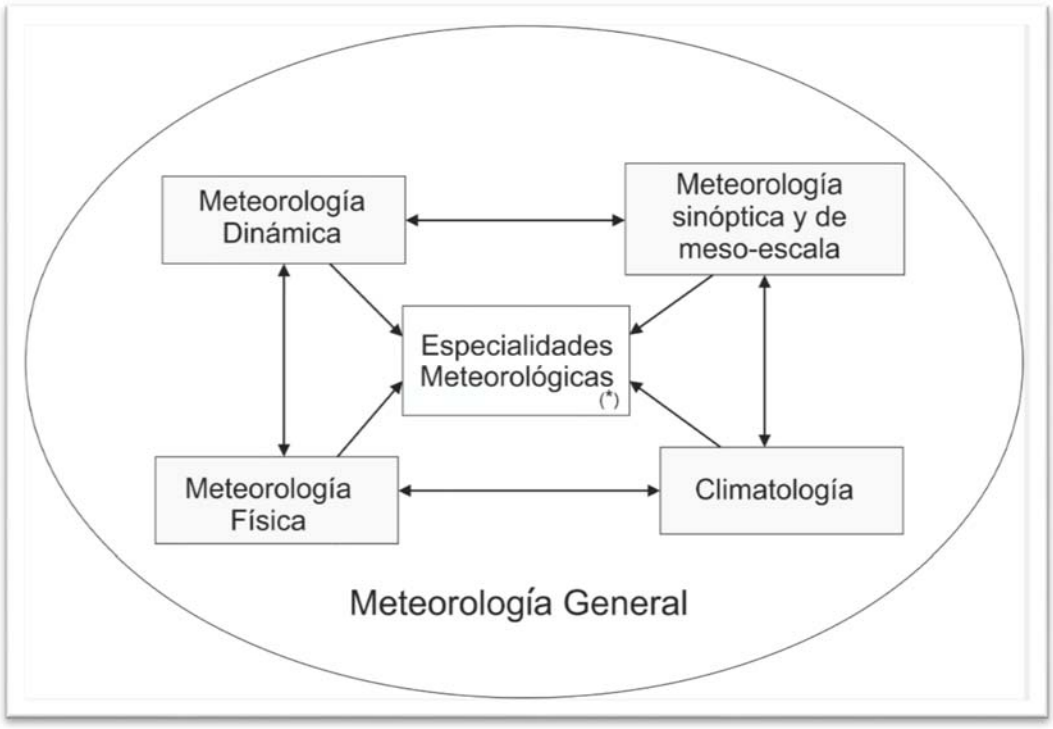


FIGURA 40 LAS DISCIPLINAS METEOROLÓGICAS PRINCIPALES Y ESPECIALIDADES[78]

(*)Especialidades meteorológicas, o aplicaciones especiales de la meteorología, son aquellas que por estar destinadas a campos de acción específicos han llegar al grado de especialidad que requieren un estudio aparte, entre otras tenemos:

Meteorología Aeronáutica; Meteorología Agrícola; Química atmosférica y meteorología de la contaminación del aire; Bio-meteorología; Meteorología Computacional; Meteorología ambiental y aplicada; Hidro-meteorología; Meteorología Marina; Meteorología comercial; Medición Meteorológica e instrumentación; Micro-meteorología; Tele-observación; Meteorología por satélite; Meteorología tropical; Meteorología urbana; Pronóstico del tiempo, etc.

[78] (REYES COCA, 2002)

3. PROPUESTA PEDAGÓGICA

En el marco del aprendizaje activo en el cual se considera que alguien que se le enfrenta a una experiencia nueva, lo primero que hace es usar una idea existente para tratar de entender lo que está sucediendo (HARLEN, 2007).

La exposición a este nuevo estimulo hace recordar ideas previas que pueden dar posibles explicaciones, si se tienen varias ideas logradas a través de experiencias previas, estas podrían llegar a ser afines y es así como sirven para dar una posible explicación.

Para comprobar esto el siguiente paso es el de ver que tan útiles pueden llegar a ser estas ideas previas, para ello se realizan predicciones basadas en la hipótesis, si las ideas son útiles estas podrán explicar los fenómenos estudiados y por tanto estas también podrán ser usadas para hacer predicciones.

El aprendizaje activo también establece que los niños aprenden haciendo, experimentando e interactuando con los demás, sean estos sus pares, padres o maestros. Además de interactuar con todo lo que los rodea (Figura 41). Teniendo esto presente que mejor que los fenómenos naturales para integrar al currículo con las experiencias sensitivas y el aprendizaje.

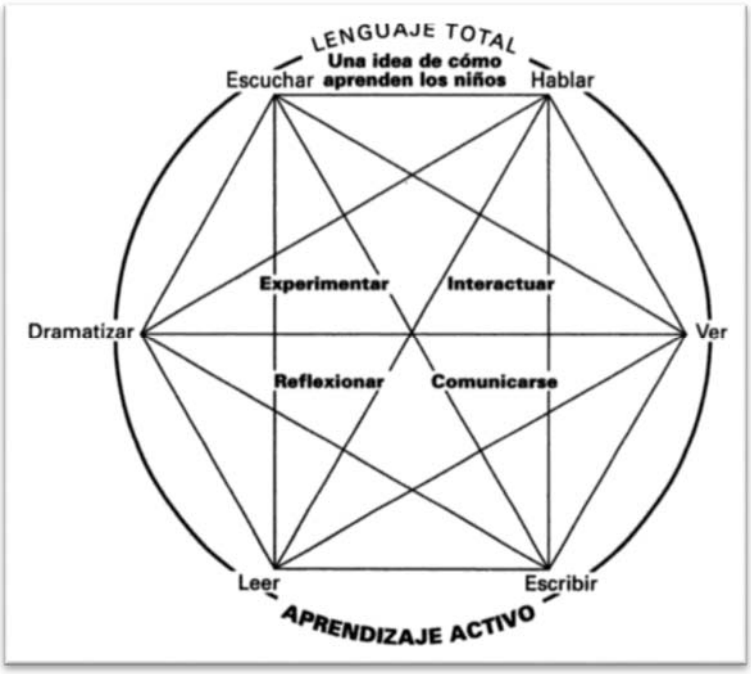


FIGURA 41 APRENDIZAJE ACTIVO[79]

[79] (POLLISHUKE & SCHWARTZ, 1998)

Para la propuesta se consideró el trabajo colaborativo en el marco del aprendizaje activo. Donde tanto el individuo como el grupo son responsables y gestores de su propio aprendizaje.

3.1. Trabajo colaborativo

El aprendizaje colaborativo es una herramienta metodológica que consiste en trabajar con pequeños grupos heterogéneos de alumnos que comparten metas comunes y donde cada uno se responsabiliza de su propio aprendizaje pero contribuye a dar soporte y ayuda al de los demás (HARLEN, 2007).

Pero no resulta tan sencillo como dividir simplemente el curso en grupos y dar una instrucción parta que lleven a cabo una tarea determinada, el aprendizaje colaborativo (AC) tiene una connotación mucho mayor, al constituirse en toda una experiencia académica de índole especialmente social.

Estas experiencias sociales y académicas tienen una serie de características como la Interdependencia positiva en la que los miembros del grupo comparten metas, lo que conlleva que cada uno se vea afectado por las acciones del otro.

En este escenario se quiere llevar al estudiante a identificar la necesidad que tiene de los demás para llevar a término sus tareas, dejando claro que esta necesidad se basa en la interdependencia de los miembros, no en una dependencia de los mismos

Otra característica que encontramos es la responsabilidad individual, pues sabiéndose miembros de un grupo, con el sentido de pertenencia que esto genera, los estudiantes deben ser conscientes de que las metas y en últimas su proceso de aprendizaje tiene un carácter individual. Con una carga social agregada, ellos saben que si fallan individualmente, pueden llevar a que fallen también de forma colectiva.

La interacción estimuladora cara a cara, se debe entender que para promover el aprendizaje colectivo, esto se logra compartiendo el esfuerzo grupal, así los estudiantes entre pares se explican, discuten, aprenden y enseñan lo que saben a sus compañeros, la interacción entre ellos es frente a frente, directa y sin interferencias.

Se espera que los estudiantes puedan aprender algunas prácticas y técnicas para las relaciones interpersonales y grupales, necesarias todas para lograr el aprendizaje colaborativo. Los alumnos deben aprender cómo ejercer la dirección, tomar decisiones, manejar conflictos y sentirse motivados de hacerlo.

El valor como estrategia didáctica encuentra sus fundamentos teóricos en el Cognoscitivismo que sustenta la idea de que "el aprendizaje surge como resultado de la interacción entre el estudiante y el medio ambiente" (HARLEN, 2007).

Tenemos entonces que los principales aportes del aprendizaje colaborativo los podemos centrar en la posibilidad de alcanzar en forma simultánea, tanto resultados de aprendizaje disciplinares como desarrollo personal.

Al conformar grupos de trabajo heterogéneos se busca el beneficio de aquellos estudiantes que requieren de mayor soporte con la ayuda de los más adelantados facilitando el establecimiento de relaciones interpersonales positivas, manteniendo siempre un especial cuidado en evitar las relaciones parasitas o abusivas entre los participantes.

Las actividades a desarrollar en cada una de la unidades de la cartilla estarán entonces enfocadas al aprendizaje colaborativo, en donde la interacción de los pares y la independencia del grupo es el referente para un aprendizaje autónomo.

4. CONCLUSIONES

Después de aplicar las actividades de las diferentes unidades consignadas en la cartilla, con diferentes grupos de estudiantes se pueden apreciar dos grandes resultados, en el sentido positivo se evidencia una aceptación del planteamiento de los temas y una facilidad en la apropiación de conceptos, esto era el objetivo principal del trabajo.

Para continuar con este punto es evidente la necesidad del diseño y aplicación de pruebas objetivas, las que nos permitan con ayuda de estadísticas determinar estos resultados de manera cuantitativa, asimismo tener un soporte más allá del cualitativo visto con el cumplimiento de logros y evidencia de desempeños.

Desde el planteamiento de este trabajo se consideró como objetivo los estudiantes de grados octavo a undécimo, en el desarrollo del mismo de encontraron mayores problemas con los grados más bajos, si bien la receptividad fue muy buena, faltan algunas competencias para poder cumplir con las actividades propuestas.

Para un proceso de mejoramiento se pueden replantear las actividades teniendo presentes estos tropiezos, y considerando las mallas curriculares de otras áreas donde se puede ampliar el desarrollo del mismo de manera transversal.

En cuanto al trabajo en equipo, este presenta unas ventajas tanto a nivel del trabajo como tal como en el desarrollo de habilidades sociales y de convivencia dentro de los grupos de trabajo y de los cursos en general.

Se percibió un aumento en el interés hacia las temáticas abordadas por parte de los estudiantes, una interacción entre los miembros de cada grupo y su respectiva coordinación para el cumplimiento de las tareas propuestas.

El hecho de partir de un lenguaje natural en el cual están expuestos los temas y abordar la indagación de los diferentes tópicos expuestos en uno científico, promovió un enriquecimiento en el vocabulario de los estudiantes.

La totalidad de los grupos culmino las actividades propuestas con un grado muy aceptable de cumplimiento. Esto a su vez promueve el desarrollo de su autoestima y crea destrezas de autodescubrimiento.

La otra conclusión que se obtuvo del trabajo con los estudiantes y que podría tomarse como la parte negativa, la encontramos en la parte pedagógica, si bien el enfoque de este proyecto es el trabajo colaborativo, tenemos que contemplar sus desventajas, tal y como ocurre en cualquier otro proceso en el que se trabaje en

grupos heterogéneos de individuos, en esta experiencia se presentaron inconvenientes.

El más recurrente de estos inconvenientes es el conformismo ante resultados mediocres, cuando el en el grupo no se define un líder positivo, se aumenta la discusión dentro del equipo y no avanzan en la obtención de resultados, en el caso de líderes negativos, su dominio sobre los compañeros frena a los otros miembros, aun cuando estos tengan las capacidades para el desarrollo de las actividades.

Cuando se tiene en el grupo líderes positivos, el desarrollo de las actividades se pudo apreciar más homogéneo, con un trabajo conjunto, independiente de las capacidades de sus integrantes y el resultado final del grupo.

En cuanto la conformación de los grupos, esta se realizó de manera abierta, con ello se pretende que la interacción del equipo sea eficaz, mediando sus lazos de amistad, se observa que existen presiones para la conformación de los equipos, estas presiones son tanto sociales como académicas, algunos buscan crear grupos con quienes saben pueden trabajar bien, antes que formarlos solo por amistad.

En general es claro que todos son conscientes que el éxito o fracaso es del grupo, todos sus miembros comparten la responsabilidad, un poco más difícil es determinar quién es responsable de cada tarea.

La tutoría equitativa y constante de todos los grupos es crucial, tanto para cuando se presentan estos bloqueos y discusiones, pues requieren de un mediador externo que encause el trabajo del equipo, como para que su trabajo no tome direcciones que no son las buscadas con las actividades propuestas y que los lleven a unos resultados imprecisos.

Cartilla

Se anexa cartilla.

BIBLIOGRAFÍA

BALLESTER D. F. (1996) Meteorología y salud. La relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad. Revista española de salud publica

BENEDICT, R. P. (1984). Fundamentals of Temperature, Pressure and Flow Measurements (3rd ed.).

BEN-MENAHEM, A. (2009). Historical Encyclopedia Of Natural And Mathematical Sciences Volume 1 . Springer.

CARRETERO, M (1997). Aprendizaje y enseñanza de ciencias basados en la indagación. Argentina: Aique grupo editorial.

GIANCOLI, D. C. (2007). Física. principios con sus aplicacione. Mexico: Pearson.

GREINER, W., NEISE, L., & STÖKER, H. (1997). Desarrollo Histórico *De La* Teoría *Del*Calor

HARLEN, W. (2007). Aprendizaje y enseñanza de las ciencias. Madrid: Morat.

HARLEN, W. (2010). Aprendizaje y enseñanza de ciencias basados en la indagación

HERRERA, R. M.(2012). Historia del experimento barométrico. Published in pensamiento matemático

HEWIT, P. G. (2007). Física Conceptual (DECIMA ed.). MEXICO: Pearson.

JAMES, H. G. (n.d.). Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas . Reverte.

POLLISHUKE, M., & SCHWARTZ, S. (1998). Aprendizaje activo: una organización de la clase centrada en el alumnado (Segunda ed.). Madrid: Narcea.

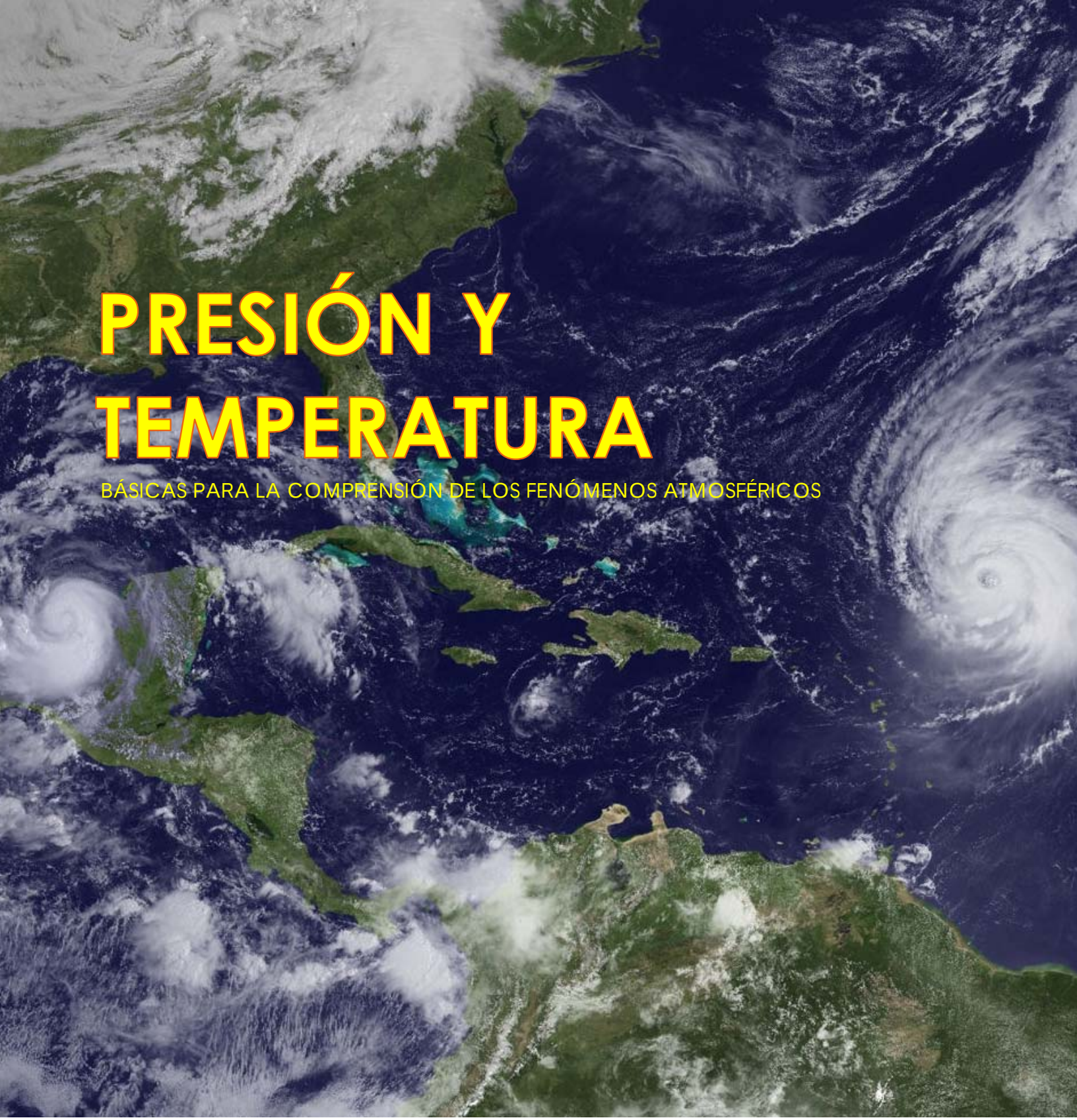
R. RESNICK, D. H. (1993). Física, Vol. 1 (Cuarta ed.). CECSA.

REYES COCA, S. (2002). Introduccion a la meteorologia. Baja, California: Universidad Autónoma Baja California.

SERWAY, R. A., & JEWETT, J. W. (1998). Física I (Cuarta ed.). Mexico: Mc. Graw Hill,.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. (2012). Manual on the Implementation of Education and Training Standards in Meteorology and Hydrology. Volume I.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2000). Guidelines for theEducation and Trainingof Personnel in Meteorology and Operational Hydrology Preliminary issue of the fourth edition of WMO-N° 258, Vol. I – Meteorology



PRESIÓN Y TEMPERATURA

BÁSICAS PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS

Alejandro Quimbay Barreto
Colegio José María Carbonell I.E.D.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

INTRODUCCIÓN

Cartilla para secundaria

Esta dirigida a estudiantes de ciclo cuarto y quinto de educacion secundaria y tiene por objetivo principal que ellos tengan un acercamemiento y apropiacion de los conceptos asociados a las variables físicas presión y temperatura, básicas para la comprensión de los fenómenos atmosféricos, ademas de afianzar el estudio de las ciencias naturales y de comprender como actua la naturaleza.

De manera especifica, la cartilla busca que el estudiante tome interes por indagar, se involucre con los fenomenos que lo afectan a cada momento y se interrogue de como suseden, que interviene en ellos y como el hombre a traves de la historia ha tratado de responder a estos interrogantes y para que le ha servido hacerlo.

Esta cartilla es parte del componente disciplinar de Física, asignatura del area de ciencias naturales, por ello su contenido esta enfocado hacia el curriculo propio del area y la asignatura, sin dejar de lado otros topicos asociados al componente social, puesto que los fenomenos naturales estudiados son generadores de algunas condiciones criticas, para la poblacion mas vulnerable.

CONTENIDO

Introducción....2
METEOROLOGÍA. 4
Actividades....7
Actividad 1 Indagar sobre Meteorología....7
Actividad 2 Dialogar sobre Meteorología....7
PRESIÓN....8
Presión atmosférica....9
Como se mide....11
Cómo nos afecta....13
Como afecta el clima....14
Actividades....15
Actividad 1 Indagar sobre la Presión....15
Actividad 2 Midiendo la Presión atmosférica....15
Actividad 3 Conversión de unidades de Presión....15
TEMPERATURA....16
Escalas de temperatura....17
Como se mide....18
Cómo nos afecta....20
Como afecta el clima....21
Actividades....23
Actividad 1 Indagar sobre temperatura....23
Actividad 2 Midiendo la Temperatura....23
Actividad 3 Conversión de escalas de temperatura....23
CLIMA....24
Sensación térmica....24
Vientos....24
Huracanes....25
Efecto invernadero y Calentamiento global....26
Fenómeno del niño....28
Actividades....29
Actividad 1 Indagar sobre clima....29
Actividad 2 Predicción del clima....29
Glosario....30
Anexos....31
Anexo 1....31
Anexo 2....35

Conceptos

METEOROLOGÍA.

> La meteorología es la rama de la Física que estudia la atmósfera y los fenómenos físicos que en ella tienen lugar.

Su etimología contiene las voces griegas *meteoro* y *logos,* que significan fenómeno celeste y tratado. Su objetivo es el estudio de los fenómenos atmosféricos y con ello pretende predecir el comportamiento de clima.

El comportamiento del clima ha estado ligado a la humanidad desde que esta dejo de ser nómada y busco su sustento en el cultivo, la lluvia ha sido considerada como el regalo de los dioses, pero también como el látigo con el que castigan, el estudio teórico de los fenómenos meteorológicos de manera formal es atribuido a Aristóteles de Atenas en su trabajo titulado "Meteorología", primera acepción al termino en el siglo IV a.C. luego el griego Teofrasto de Ereso, sucesor de Aristóteles escribe el "libro de los signos", primer tratado sobre predicción del clima.

Desde el punto de vista teórico la meteorología puede ser dividida en tres áreas temáticas[1], estas son.

- Meteorología dinámica, que estudia los movimientos y procesos termodinámicos de la atmósfera, así como los mecanismos que generan los distintos fenómenos meteorológicos o meteoros, como el viento, la circulación del aire, la formación de huracanes y tormentas, etc.

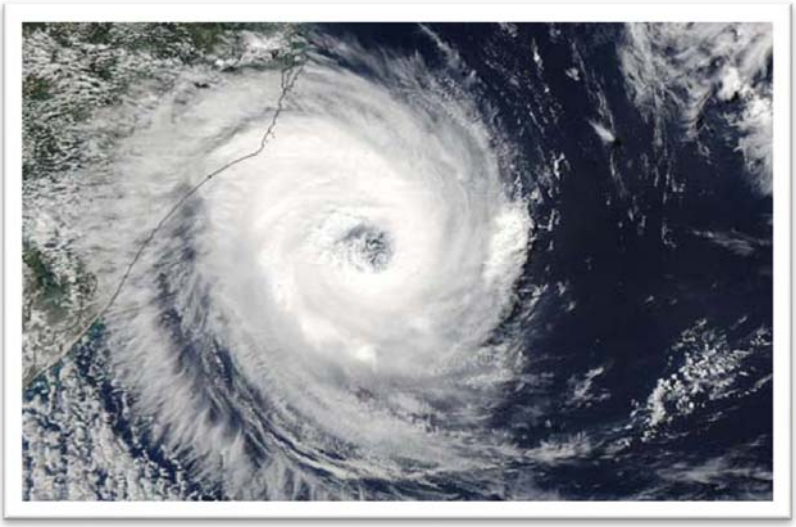


FIGURA 1 METEOROLOGÍA DINÁMICA[2]

[1]REYES COCA SERGIO Introducción a la meteorología UABC
[2] Tomado de http://dc345.4shared.com

- Meteorología física, estudia los procesos físicos como el calor, radiación, evaporación, condensación, precipitación, fenómenos ópticos, eléctricos y acústicos como los del arcoíris, halos y auroras.

FIGURA 2 METEOROLOGÍA FÍSICA[3]

- Meteorología sinóptica, estudia las variaciones diarias de los procesos atmosféricos y mediante observaciones y su posterior análisis, buscan la manera de presentar los resultados mediante mapas del clima y su pronóstico.

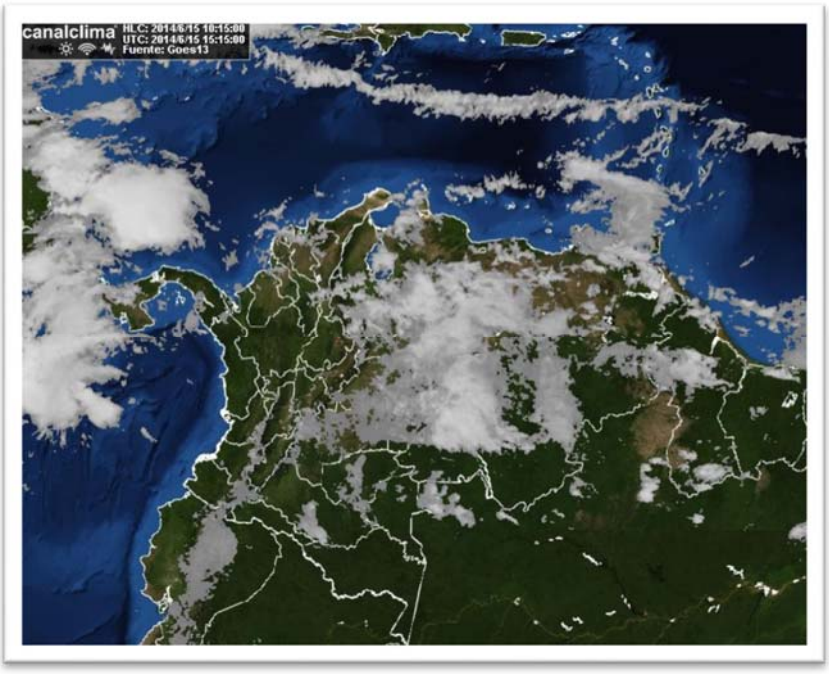


FIGURA 3 METEOROLOGÍA SINÓPTICA[4]

[3] Tomado de: http://autocww2.colorado.edu/~toldy2/E64ContentFiles/EarthSciences/Meteorology.html
[4] Tomado de http://aplicaciones.canalclima.com/images/goes/colombiasat/3_CanalClimaGOES.jpeg

La organización meteorológica mundial encuentra esta división más en función del estado de la ciencia en lugar de la materia en sí misma[5] definiéndolas así:

- *Meteorología física (incluyendo la química atmosférica y la contaminación del aire)*
- *Meteorología Dinámica (incluida la predicción numérica del tiempo)*
- *Meteorología sinóptica y de meso escala (incluyendo fenómenos a escala local)*
- *Climatología (incluyendo la circulación general y los modelos climáticos).*

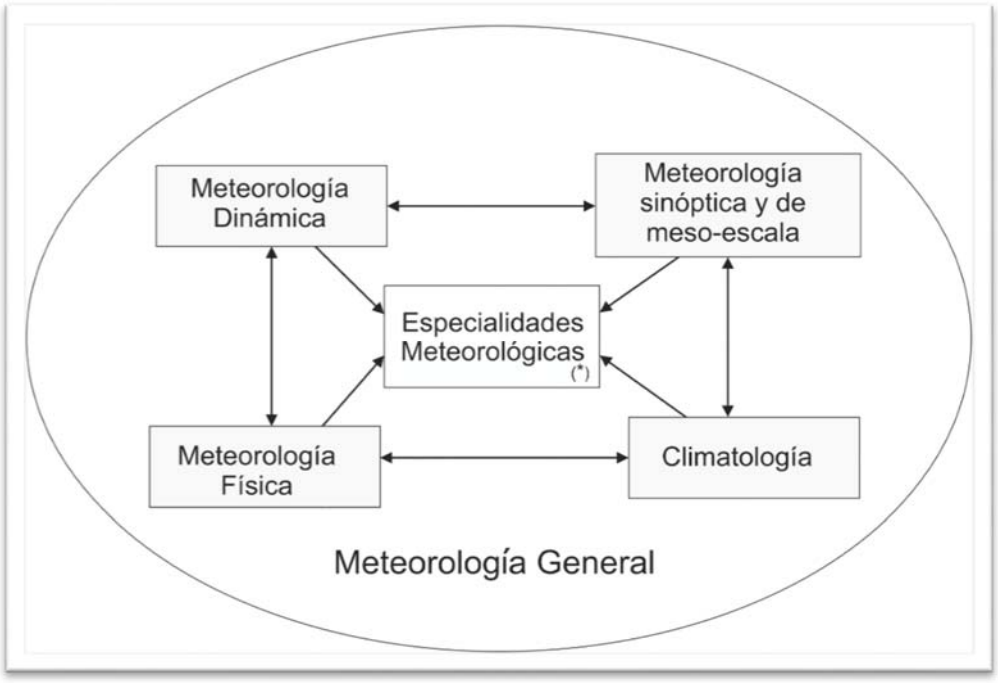


FIGURA 4 LAS DISCIPLINAS METEOROLÓGICAS PRINCIPALES Y ESPECIALIDADES

En la figura anterior podemos ver como las especialidades meteorológicas se define a partir de la interacción de las diferentes áreas de la meteorología, esta interacción es propia de cada región en la cual se realice el estudio respectivo.
Esto es, un estudio climático en los polos resulta diferente a uno en los trópicos.

(*)Especialidades meteorológicas, o aplicaciones especiales de la meteorología, son aquellas que por estar destinadas a campos de acción específicos han llegar al grado de especialidad que requieren un estudio aparte, entre otras tenemos:

Meteorología Aeronáutica; Meteorología Agrícola; Química atmosférica y meteorología de la contaminación del aire; Bio-meteorología; Meteorología Computacional; Meteorología ambiental y aplicada; Hidro-meteorología; Meteorología Marina; Meteorología comercial; Medición Meteorológica e instrumentación; Micro-meteorología; Tele-observación; Meteorología por satélite; Meteorología tropical; Meteorología urbana; Pronóstico del tiempo, etc.

Esta cartilla se enfocara en el trabajo de una parte de la meteorología física, cuyo campo de acción se puede entender estudiando fenómenos como el viento, el cual depende directamente de las variables físicas, presión atmosférica y temperatura, variables estas, objetivo de nuestro trabajo.

[5]Guidelines for the Education and Training of Personnel in Meteorology and Operational Hydrology WMO-N° 258, Vol. I - Meteorology

Actividades

Actividad 1 Indagar sobre Meteorología

Esta actividad busca que los estudiantes, mediante la consulta autónoma de material bibliográfico y de referencia, se aproximen a la meteorología y sus diferentes términos.

Consultar:

1. ¿Qué son los meteoros?
2. ¿Qué es una estación meteorológica?
3. ¿Qué mediciones se llevan a cabo en una estación meteorológica?
4. ¿Para qué se usan esas mediciones?

Actividad 2 Dialogar sobre Meteorología

Esta actividad pretende que los estudiantes mediante la interacción, retroalimentación y dialogo con sus pares, profesores y familiares, afiance sus conceptos referentes a la meteorología y su importancia.

- Conforme un grupo de máximo cinco integrantes y respondan a las siguientes preguntas:

  1. ¿Para qué sirve la meteorología?
  2. ¿En su vida cotidiana cree que la meteorología le puede ayudar a algo?
  3. ¿Se debe estudiar la meteorología?
  4. ¿A la comunidad en general le sirve el trabajo de los meteorólogos?

- Repitan este cuestionario a los miembros de sus familias y realicen un informe con las respuestas de todos los miembros del grupo

- Realicen una pequeña presentación de los resultados obtenidos y de las respuestas del grupo.

Conceptos previos para la siguiente unidad:

Densidad, Masa, Fuerza, Peso, Volumen, Sistemas de medida, Notación científica.

PRESIÓN

> La *presión* se define como fuerza por unidad de área, donde la fuerza F se entiende como la magnitud de la fuerza que actúa de forma perpendicular al área de la superficie A. [6]

$$Presión = P = \frac{F}{A}$$

Esta magnitud es de tipo vectorial, se utiliza para determinar cuanta fuerza actúa sobre una superficie, así como las huellas que se dejan al caminar sobre arena o el barro unas son más profundas que otras esto depende del peso de la persona (fuerza) y de la superficie sobre la que se ejerce la fuerza (área del pie), esto es, si dos personas pesan lo mismo pero una tiene el pie más pequeño que el otro ejercerá más presión sobre el piso y dejara una huella más profunda.

En los fluidos que son el estado de la materia liquido o gaseoso encontramos que las moléculas se encuentran unidas entre sí de forma muy débil por lo tanto su forma depende del recipiente que los contenga, por esto la superficie o área es toda aquella del recipiente que entra en contacto con el fluido, y que es sometida a las fuerzas que ejercen las moléculas sobre ellas.

> *Un líquido contenido en un recipiente ejerce fuerza contra las paredes de este, la presión que ejerce el líquido sobre las paredes y el fondo del recipiente depende de la densidad y profundidad del líquido.*[7]

$$\text{presion del liquido} = \ P = \text{densidad gravimetrica} * \text{profundidad}$$

Cuanto más profundo llegues, habrá más fluido arriba por esto la presión es mayor a mayor profundidad y se requiere de un submarino para soportar la presión que el agua ejerce sobre el cuerpo (Figura 5).

FIGURA 5 EXPLORAR LA PROFUNDIDAD DEL MAR[8]

[6] GIANCOLI, Física. sexta edición Pearson
[7] HEWIT Paul, Física Conceptual Pearson
[8] Fotografías propiedad de http://www.vamosabucear.com/blog/tag/bucear/

Presión atmosférica

Debemos destacar que la presión atmosférica es debida al peso de la atmósfera y se ejerce sobre todos los cuerpos que se encuentran inmersos en ella, incluyéndonos a nosotros, todos soportamos una enorme presión sobre nuestra superficie (piel), la cual es contrarrestada por cada una de las células de nuestro cuerpo tratando de igualar la presión externa con una interna, del mismo modo que lo hace un neumático o globo de fiesta, el aire adentro tiene una presión que trata de igualar la del exterior proporcionada por la atmósfera.

Nos referimos en este contexto a la presión atmosférica terrestre, pero el término es aplicado de modo general a cualquier planeta o satélite que posea atmósfera.

Cuando estamos en una piscina, en el mar o en general cualquier cuerpo de agua nuestro cuerpo se comporta diferente, se siente más pesado, algo torpe, esto es debido a que el fluido está ejerciendo sobre nosotros una presión que nos impide movernos con la misma facilidad a la que estamos acostumbrados, igualmente cuando los astronautas se encuentran en el espacio sus movimientos están atrofiados por la carencia de atmósfera, también es por ello que requieren trajes presurizados, puesto que la presión interna del cuerpo no tendría como compensarse y el cuerpo colapsaría.

Así que cuando estamos en un ambiente diferente podemos apreciar estos cambios de presión y así tener una mejor comprensión de que normalmente estamos soportando una gran cantidad de aire sobre nosotros. Pero esta cantidad no es constante, cambia debido a diferentes factores, el más importante es la altura sobre el nivel del mar. Para explicar esto veamos la Figura 6.

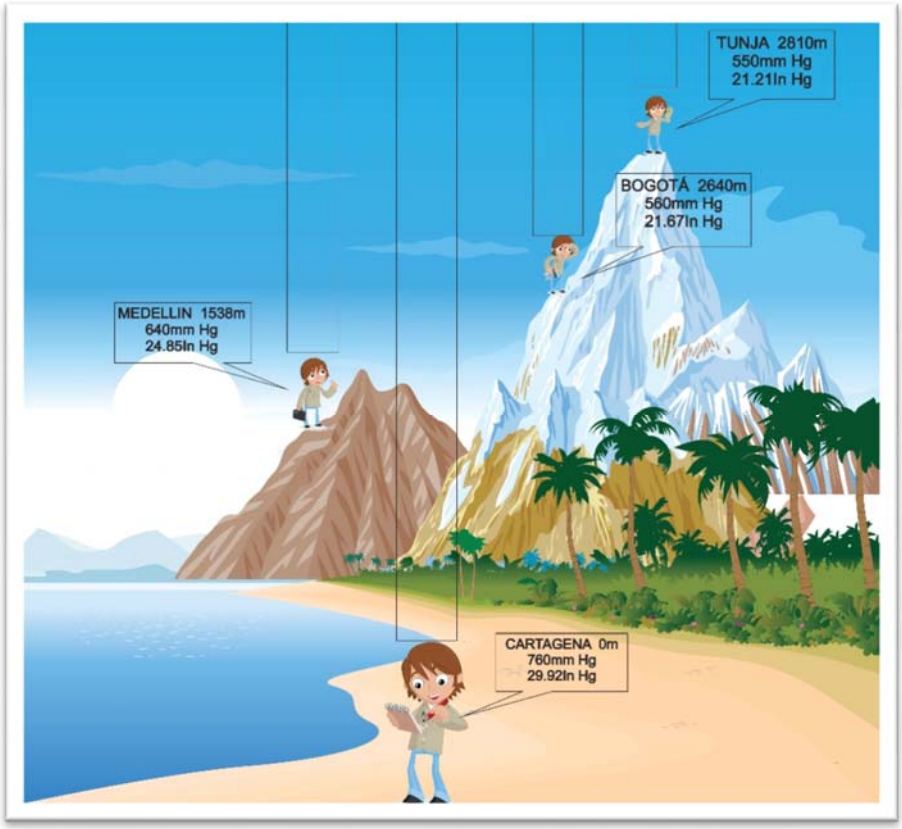


FIGURA 6 PRESIÓN Y ALTURA

Como se aprecia en la Figura 6 cuanto más alto se encuentre un sitio con relación al nivel del mar, menor será la columna de aire (rectángulo) que esta sobre los cuerpos, es decir la cantidad de aire arriba del cuerpo es menor, su peso (fuerza) disminuye y por ello la presión sobre estos se reduce. En la Tabla 1 encontramos información de presión atmosférica, representada en diversas unidades para algunas de las principales ciudades de Colombia.

TABLA 1 ALTURA DE ALGUNAS CIUDADES DE COLOMBIA Y LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA RESPECTIVA

Ciudad	Altura (m)	Presión (mm Hg)	Presión (pulgadas Hg)	Presión milibares (mbar)	Presión Kilopascales (kPa)
Armenia	1551	640	25.20	851.2	85.3
Bogotá D.C.	2640	560	22.05	744.8	74.7
Bucaramanga	959	680	26.77	904.4	90.7
Cali	995	670	26.38	891.1	89.3
Cartagena de indias	0	760	29.92	1010.8	101.3
Cúcuta	320	720	28.35	957.6	96.0
Manizales	2160	585	23.03	778.1	78.0
Medellín	1538	640	25.20	851.2	85.3
Popayán	1760	600	23.62	798.0	80.0
Puerto Inírida	95	747	29.41	993.5	99.6
San Andrés	0	760	29.92	1010.8	101.3
San Juan de Pasto	2527	564	22.20	750.1	75.2
Santa Marta	3	760	29.92	1010.8	101.3
Tunja	2810	550	21.65	731.5	73.3

La columna de aire a la que nos referimos la podemos representar como un tubo con un área transversal de un metro cuadrado, imaginemos que este tubo tiene una longitud de 30 kilómetros, altura en la cual encontramos el 99% de la atmósfera terrestre consideremos también que la densidad del aire dentro del tubo va disminuyendo a medida que la altura aumenta, entonces llegamos a calcular que la masa aproximada de este aire es de 10.000 kg, la que nos representa un peso de aproximadamente 100.000 Newtons, lo que a su vez ejerce sobre el suelo una presión de 100.000 Pascales[9].

Newton [N] es la unidad de fuerza del sistema internacional, está definida como la fuerza que cuando actúa sobre una masa de 1 Kg, produce una aceleración de 1 m/s^2.

$$1N = 1kg*m/s^2$$

Debe su nombre al físico y matemático ingles Isaac Newton (1642-1727), quien estudio el movimiento de los cuerpos, de los planetas y es unos de los precursores del cálculo en las matemáticas.

Generalmente consideramos el peso de los cuerpos expresado en kilogramos, lo que estamos midiendo allí es la masa, una cantidad escalar, la cual es una propiedad intrínseca del cuerpo, en tanto que el peso depende del campo gravitatorio en el cual se encuentre, por este campo y el efecto de atracción que ejerce la masa de la tierra

[9] La medida promedio de la presión atmosférica a nivel del mas es de 101.3 kPa, llamado también "una atmosfera"

sobre todos los cuerpos con la aceleración constante de la gravedad, es que tenemos una fuerza, una cantidad vectorial que se expresa en unidades de masa [kg] por unidades de aceleración [m*/s^2].

Pascales [Pa] es una de las unidades en las que se puede expresar la medida de la presión, es una relación entre la fuerza y el área sobre la cual se ejerce, pertenece al sistema internacional de medidas y debe su nombre en honor del científico y teólogo Blaise Pascal. Generalmente se usan los kilopascales (kPa=1.000 Pa) o Megapascales (MPa=1'000.000 Pa) puesto que una presión de unos cuantos pascales es muy pequeña, consideremos el peso de una moneda nueva de $200, con una masa de 4,61 gramos y un diámetro de 22,40 mm, ejercerá una fuerza sobre la superficie que repose de 0.045 Newtons, y con un área de 394 mm^2 la presión que realiza es de aproximadamente 115 Pa

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m * g}{\pi * r^2} = \frac{4.61 * 10^{-3} kg * 9.81 m/s^2}{3.1416 * (11.2 * 10^{-3} m)^2} = \frac{0.045 N}{0.00039 m^2} = 114.75 Pa$$

De la misma forma que si apilamos varias monedas en una columna tendremos una mayor presión sobre la superficie, así mismo la presión atmosférica es mayor si es más alta la columna de aire, y esto es a nivel del mar. Al ir subiendo, es decir aumentando la altura sobre el nivel del mar, podríamos decir que estamos retirando monedas de esa columna, con lo cual la presión disminuye.

Para algunos procesos es habitual calcular la presión considerando al aire como un gas ideal y aplicando la fórmula:

$$P = \frac{\rho * R * T}{M}$$

Dónde: P=presión, ρ=densidad del aire, R=constante de los gases ideales, M= masa molar y T=temperatura.

Como se mide

Los primeros instrumentos utilizados para la medida de la presión fueron los barómetros de mercurio, ideados por el físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647). Consistían en una tina y un tubo de vidrio de casi un metro de longitud cerrado por un extremo, ambos conteniendo mercurio, el tubo al disponerse invertido dentro de la tina deja salir un poco del mercurio que contiene, la cantidad de mercurio que permanecía dentro del tubo indicaba el valor de la presión atmosférica en ese lugar mediante el producto de la densidad del mercurio por la aceleración de la gravedad y la altura de la columna de mercurio que permanecía en el tubo. El valor promedio a nivel del mar es de 73cm de mercurio.

$$P = \rho * g * h$$

Dónde: P=presión, ρ=densidad del mercurio, g=aceleración de la gravedad y h=altura.

Para medir la presión actualmente tenemos varios tipos de barómetros como los Aneroides basados en recipientes con un vacío parcial que al cambiar la presión cambian de tamaño moviendo una aguja de forma similar al a de un reloj (Figura 7).

FIGURA 7BARÓMETRO ANEROIDE[10]

Tenemos también los barómetros digitales, estos cuentan con un integrado sensible a la presión, el más conocido de ellos es el BAROCAP® que mediante una membrana se silicio y una sección de vacío cambia sus propiedades eléctricas al cambiar la distancia entre sus electrodos, con lo cual mediante un n transductor se puede medir la presión atmosférica al traducir estos cambios y presentarlos en una pantalla (Figura 8).

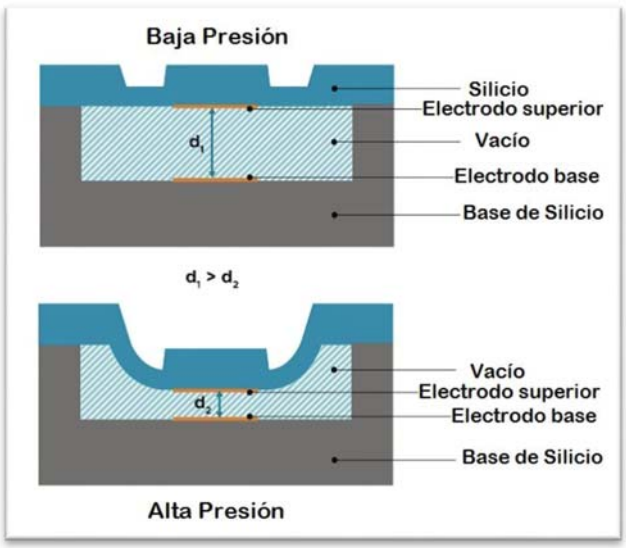


FIGURA 8 SENSOR BAROCAP[11]

[10] Tomado de http://commons.wikimedia.org/wiki/Barometer
[11] Tomado de http://es.vaisala.com/sp/products/pressure/Pages/PTB110.aspx

Cómo nos afecta

Los cambios en la presión atmosférica afectan por igual a los animales como a los humanos, son muchas las formas como esto ocurre, como se mencionó antes el cambio en la altura está directamente relacionado con el cambio en la presión atmosférica, de igual forma la cantidad de oxigeno que se adquiere en cada inspiración se reduce, esto quiere decir que cuanto más alto nos encontremos menor será la cantidad de aire que inspiremos.

Por ello cada vez que respiramos, el oxígeno que recibimos es menor, respiramos más agitadamente, buscando con ello ingresar más oxígeno al cuerpo, también se incrementan el ritmo cardiaco y la presión sanguínea, el cuerpo reacciona produciendo un mayor número de glóbulos rojos y de hemoglobina, encargados de transportar el oxígeno en la sangre.

Estos cambios toman de dos a nueve meses en el organismo para que este se aclimate y compense el cambio, por ello personas que sufran de enfermedades de tipo cardiaco o pulmonar no se deben exponer a cambios bruscos de altura, dado que su organismo no tendría oportunidad de acoplarse a las nuevas condiciones.

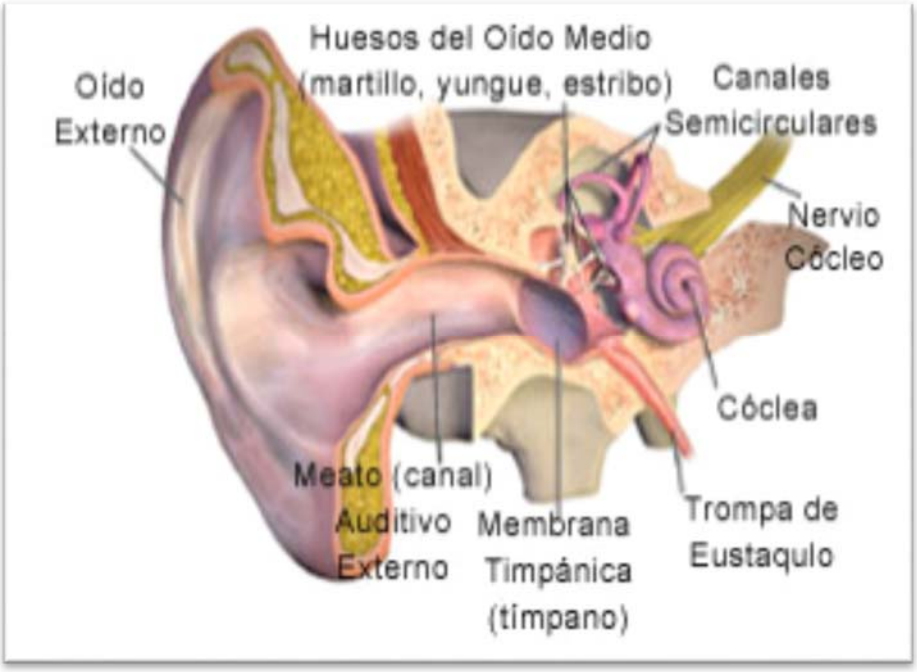


FIGURA 9 ANATOMÍA DEL OÍDO[12]

En cambios de altura, durante un viaje por ejemplo, algunos hemos experimentado la molesta sensación de oídos tapados, esta se produce por la expansión de aire en el oído interno, la cual se iguala con la exterior por medio de unos canales en la trompa de Eustaquio (Figura 9) la cual es un conducto que comunica el oído medio con las fosas nasales, el que se abra y cierre igualando las presiones interna y externa del oído está asociado con la función de pasar saliva, es por ello que en un viaje se recomienda mascar chicle, acción esta que mantiene en constante funcionamiento la apertura y por ello nos previene de llegar a sufrir un baro traumatismo el cual si es leve desaparece por si solo pero que si llega a ser más fuerte desencadena en un padecimiento llamado barotitis, el cual requiere de atención médica.

[12] Tomado de http://www.allinahealth.org/mdex_sp/es92431.jpg

La presión arterial también está ligada con la presión atmosférica y los cambios que tenga la segunda alteran la primera, es por ello que en personas con afecciones de hipertensión son más sensibles a los cambios en la presión atmosférica, según su afectación sea esta hipotensión o hipertensión serán beneficiados de vivir en media o baja altura.

Como afecta el clima

La presión es el agente que provoca el viento. Cuando una cantidad de aire se ubica en un determinado sitio adquiere ciertas características dadas por la humedad y la temperatura a las que se encuentra, es entonces cuando se le considera una "masa de aire", esta masa difiere de otras y puede llegar a tener extensiones de cientos de kilómetros, las masas sobre los polos son frías y con una alta presión en tanto que las masas sobre los trópicos son cálidas y de baja presión, esto debido a la reducción en la densidad del aire debido al aumento en la temperatura.

Cuando el aire caliente se torna menos denso este es desplazado por el aire frio y esto es lo que entendemos como el viento. Esto es un ciclo constante, dado que el aire al llegar a una mayor altura cambia sus propiedades retornando a la tierra y completando el ciclo como se observa en la Figura 10. Tememos entonces que el aire fluye de las zonas de mayor presión a las de menor presión. Hay otras condiciones locales como el relieve que modifican y generan vientos pero estas no se estudian en esta sección.

FIGURA 10 CICLOS DE VIENTO[13]

Los efectos de este movimiento del aire en su más catastrófica expresión lo tenemos en las tormentas tropicales y huracanes

[13] Tomado de http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/AYC/document/atmosfera_y_clima/presion/comoinfluye.htm

Actividades

Actividad 1 Indagar sobre la Presión

Esta actividad busca que los estudiantes, mediante la consulta autónoma de material bibliográfico y de referencia, amplíen su conocimiento del concepto en contextos diferentes.

Consultar:

1. ¿De qué está conformada la atmósfera?
2. ¿Qué son los barómetros?
3. ¿Qué unidades se utilizan para expresar la presión?
4. ¿Para qué se presurizan los aviones?
5. ¿En su casa hay cosas presurizadas?, ¿Cuáles?

Actividad 2 Midiendo la Presión atmosférica

Esta actividad tiene por objeto la construcción de un barómetro casero, y su utilización, además del manejo y presentación de datos.

Conforme un grupo de máximo cinco integrantes y realice la siguiente práctica.

Construcción de un barómetro casero.

- Seguir las instrucciones del Anexo 1 y construir un barómetro casero
- En una hoja llevar el control de mediciones de tal forma que se completen tres mediciones diarias durante una semana. Es decir 15 datos.
- Aplicar una escala a los resultados de la hoja de mediciones de tal forma que estos puedan ser representados gráficamente en una hoja de cálculo.
- Consignen en un informe las conclusiones y consideraciones que se obtuvieron de la práctica.

Actividad 3 Conversión de unidades de Presión

En la literatura se encuentran las medidas de presión en diferentes unidades, es una acción pertinente el saber la equivalencia entre ellas y como efectuarla, este es el objetivo de esta actividad.

Así como se procedió en el ejemplo de la moneda de doscientos pesos, realice los ejercicios y exprese el resultado en Pascales (Pa), Bares, atmósferas (atm), libras por pulgada cuadrada (PSI) y en milímetros de mercurio (mmHg).

Factores de conversión:

$$1\ \text{bar} = 100000\ \text{Pa} \quad 1\text{bar} = 750{,}06\text{mmHg} \quad 1\text{bar} = 14{,}5\text{PSI}$$

1. Un ladrillo prensado tiene dimensiones de 24,5cm x 12cm x 5,5cm y una densidad de 1700Kg/m^3.
    a. Determine la presión que ejerce sobre una superficie cada una de sus caras.
    b. Determine de igual forma la presión si se apilan cinco ladrillos
2. Realice una gráfica que describa el comportamiento de la presión que ejercen los ladrillos en función del área de la cara en contacto con la superficie.

TEMPERATURA

> Es la medida que nos indica que tan caliente o frio esta un objeto respecto a otro.[14]

La anterior definición nos es más familiar si tan solo nos remitimos a nuestro sentido del tacto, cuando tocamos algún objeto podemos decir que este se encuentra a una temperatura menor o mayor a la nuestra, es decir que está más frio o más caliente, sin embargo cuando tocamos al tiempo un metal y un trozo de cartón pareciera que el metal está más frio que el cartón, esto es debido a las propiedades térmicas de transferencia de energía (calor) que poseen los materiales. Así pues la norma es la estandarización que se diseñó para que la temperatura de los cuerpos pueda ser referenciada de igual forma en cualquier lugar del mundo. Estas normas son conocidas como las escalas de temperatura y las más conocidas son las escalas de grados Celsius, la de grados Fahrenheit y la de kelvin o escala absoluta.

Otra forma de plantear la temperatura de un objeto o sistema es la del equilibrio térmico, esto es también llamado *Ley cero de la termodinámica* y establece:

> Si dos objetos A y B, considerados por separado, están en equilibrio térmico con un tercer objeto C, entonces A y B están en equilibrio térmico[15]

Así que la temperatura de un cuerpo puede considerarse como una propiedad de este que establece si está en equilibrio térmico con otros cuerpos. En el caso de los termómetros estos serían los otros cuerpos a los que nos referimos y emplean diferentes propiedades físicas para llegar a determinar la temperatura de un cuerpo, por ejemplo el termómetro de mercurio (Figura 11) como el utilizado en casa u hospitales está basado en la dilatación térmica, propiedad de los materiales que aumentan su volumen al aumentar a su temperatura[16], otro ejemplo puede ser el termómetro digital (Figura 12), este se basa en termistores, que son dispositivos electrónicos que cambian su resistencia al paso de corriente eléctrica en función de la temperatura.

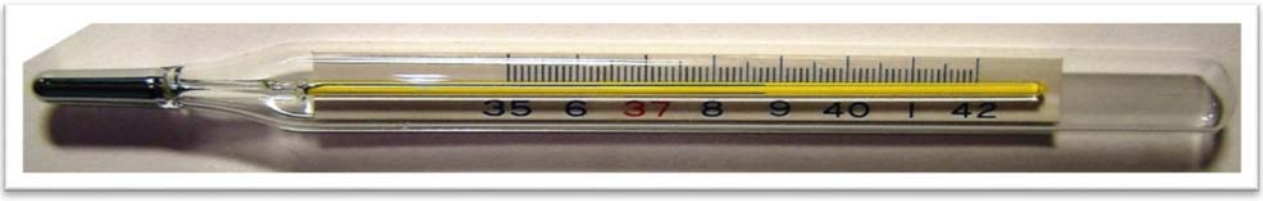


FIGURA 11 TERMÓMETRO DE MERCURIO

FIGURA 12 TERMÓMETRO DIGITAL

[14]GIANCOLI, Física. Sexta edición Pearson
[15] SERWAY, JEWETT Física I. Tercera edición Thomson
[16] CENGEL, BOLES Termodinámica. Segunda edición McGraw Hill

Escalas de temperatura

Celsius

Es nombrada así en honor al físico y astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744) quien la sugirió inicialmente, aunque diferente de la actual, es también conocida como escala centígrada, pues se basa en cien divisiones que van desde el cero grados, temperatura a la cual el agua se congela, es decir, pasa de estado líquido a sólido y llega hasta los cien grados, temperatura de ebullición, cuando el agua pasa de estado líquido a gaseoso. Su unidad es el grado Celsius [°C].

Fahrenheit

Debe su nombre al físico Gabriel Fahrenheit (1686-1736), se utiliza principalmente en los Estados Unidos, para determinar el rango más bajo de la escala utilizo una mezcla de agua, hielo y cloruro de amonio, donde la temperatura de esta mezcla se estableció como cero, luego otro punto fue la temperatura de congelación del agua sin mezcla que se asignó en 32 grados y por último la de ebullición en 212 grados de temperatura, su unidad es el grado Fahrenheit [°F].

Kelvin

La escala Kelvin debe su nombre al físico ingles Lord William T. Kelvin (1824-1907), a diferencia de las anteriores esta escala no está basada en los puntos de fusión o ebullición de las sustancias, sino en los niveles de energía, se dice que una sustancia tendrá un cero absoluto cuando carece de energía cinética a nivel molecular que pueda ceder. Su unidad es el Kelvin [K], hay que resaltar que en esta escala no se emplea el término ni el símbolo de grados.

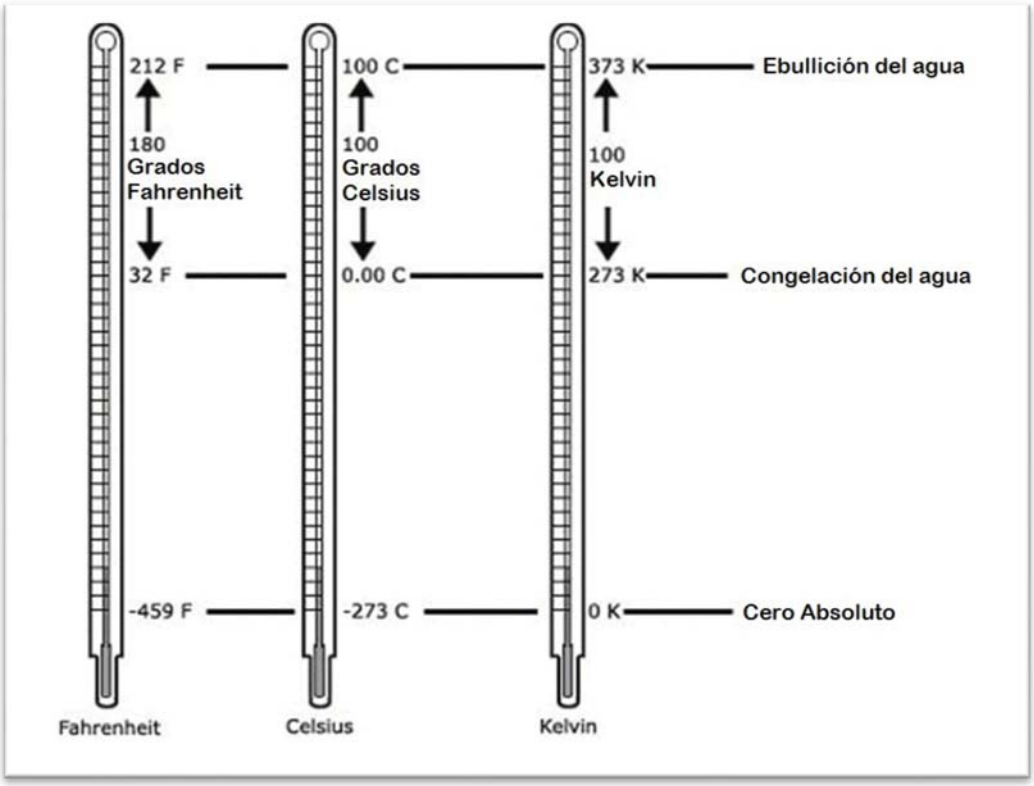


FIGURA 13 ESCALAS DE TEMPERATURA[17]

[17] http://noventaynuevepicokelvins.blogspot.com/2012/11/escalas-termometricas-parte-1.html

Como se mide

Como vimos anteriormente las escalas de temperatura están asociadas a los aparatos utilizados para medirlas, los termómetros, estos en un principio y los vemos también ahora (Figura 11), están construidos en vidrio, un tubo delgado con marcas que en su interior contienen una cantidad de mercurio, metal este, que por sus propiedades es líquido a temperatura ambiente, y cuando se calienta o enfría por efecto de la dilatación térmica, aumenta o disminuye su volumen respectivamente. La forma en que lo hace, de forma proporcional al cambio en la temperatura, es aprovechada para que mediante las marcas en el tubo de vidrio se pueda leer esta variación.

La dilatación térmica es el cambio de volumen por efecto de un cambio de temperatura y afecta a casi todas las sustancias. Es un cambio proporcional, es decir, al aumentar la temperatura aumenta el volumen y al disminuir la temperatura, igualmente disminuye el volumen. Esto está bien definido por la siguiente ecuación

$$\Delta V = \beta * V_i * \Delta T$$

Donde:

$$\Delta V \; es \; el \; cambio \; en \; el \; volumen \; (aumento \; o \; disminución)$$

$$\beta \; es \; un \; factor \; que \; depende \; de \; la \; sustancia, en \; el \; caso \; del \; mercurio \; 1.82x10 - 4 \; °C^{(-1)}$$

$$V_i \; es \; el \; valor \; inicial \; del \; volumen$$

$$y \;\; \Delta T \; es \; el \; cambio \; en \; la \; temeratura \; en \; °C$$

Las edificaciones y obras civiles como los puentes son susceptibles a esta dilatación y si no tienen lugar hacia donde extenderse se destruirían es por ello que encontramos unas secciones llamadas juntas de dilatación, las cuales le permiten a las estructuras cambiar su tamaño por efecto de la temperatura sin riesgo a colapsar (Figura 14).

FIGURA 14 JUNTA DE DILATACIÓN[18]

[18] Tomado de http://cienciasdejoseleg.blogspot.com/2012/04/definicion-de-la-dilatacion-termica.html

La medida de la temperatura de una forma más precisa se realiza mediante termocuplas y termómetros infrarrojos (Figura 15), los primeros están constituidos por un par de metales diferentes que al cambiar sus propiedades por efecto de la temperatura cambian la resistencia al paso de corriente eléctrica, mediante un transductor este cambio es convertido a grados en las diferentes escalas.

El segundo también es llamado pirómetro de infrarrojos, lo que miden es la cantidad de radiación térmica que los cuerpos emiten en el rango electromagnético del infrarrojo, luego un transductor lo cambia a valores que mediante un microcomputador son visibles en el aparato en las diferentes escalas.

Con este tipo de termómetros es posible medir la temperatura si el objeto está en movimiento o si está en una zona rodeada de un campo electromagnético, o a través del vacío, lo más importante es que se puede medir a distancia del objeto sin entrar en contacto con él.

FIGURA 15 TERMOCUPLA (IZQ.) Y TERMÓMETRO INFRARROJO[19]

Más allá de la medida está la representación de esta en las distintas escalas para ello recordaremos los factores de conversión de entre las tres más representativas.

TABLA 2 RELACIONES DE CONVERSIÓN ENTRE ESCALAS DE TEMPERATURA

Escala origen	Escala destino	Factor de conversión
Celsius	Fahrenheit	°F=(9/5)*°C+32°F
Celsius	Kelvin	K=°C+273.15
Fahrenheit	Celsius	°C=(5/9)*(°F-32°F)
Kelvin	Celsius	°C=K-273.15

Ejemplo

Convertir 32°C a las escalas Fahrenheit y Kelvin.

°F= (9/5)*°C+32°F: (9/5)*32°C+32°F = **89.6°F**

K=°C+273.15: 32°C+273.15 = **305.15K**

Nótese que cuando tratamos con grados kelvin se omite el símbolo de grados, esto según convención internacional, al tratarse de una medida de carácter absoluto.

[19] Tomado de http://www.espaelec.com.ar/shop/detalle.asp?oynprodid=148

Cómo nos afecta

La temperatura media del cuerpo humano es de 37°C con una variación aceptable de 0.5°C, fuera de ese rango de temperatura el cuerpo reacciona buscando volver a él, estas reacciones causan diferentes cuadros que pueden llegar a ser mortales.

La mortalidad por cambios de temperatura ha sido conocida desde siempre, en la historia de la medicina son muy reconocidos los efectos que esta produce, en las zonas con estaciones la tasa de mortalidad tiene forma de "U" donde los picos están dados en el invierno y el verano, épocas con el más dramático cambio en la temperatura del ambiente.

En la Tabla 3 encontramos información con los más comunes trastornos por las altas temperaturas

TABLA 3 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON TEMPERATURAS EXTREMAS[20]

Enfermedades que se asocian con las altas temperaturas	*Trastornos asociados con bajas temperaturas*
• Síndromes por calor o Aclimatación o Calambres por calor o Agotamiento por calor o Lesión por calor asociada al ejercicio o Golpe de calor o Efectos del calor en la reproducción • Hipertermia maligna • Síndrome neuroléptico maligno	• Variaciones estacionales de la mortalidad • Hipotermia o Accidental o Secundaria a enfermedades agudas o Por inmersión • Lesiones locales por frio

Los síndromes por calor ocurren con mayor frecuencia en momentos de cambios súbitos, puesto que el cuerpo requiere de al menos diez días para aclimatarse, afecta principalmente a personas mayores y niños, y al igual que la mortalidad por frio está estrechamente ligado a las condiciones socioeconómicas de la población, en la población más pobre no hay los recursos para aire acondicionado o calefacción para soportar los cambios.

En las zonas de latitud baja como la nuestra si bien no estamos expuestos a los cambios bruscos por las estaciones las repercusiones de los cambios de temperatura se ven reflejados en enfermedades respiratorias que tienen un tiempo de activación posterior al cambio, en especial cuando la población más vulnerable, como comentamos antes ancianos, niños y aquellos en condiciones socioeconómicas difíciles.

Pero no solo los cambios bruscos nos afectan, existen a nivel laboral reglamentaciones que se basan en el llamado estrés térmico, el cual reduce la productividad de los individuos, mermando sus reacciones tanto físicas como mentales, dentro de los riesgos laborales deben hacerse los estudios pertinentes para determinar el grado de riesgo al que se exponen los trabajadores a este tipo de factor de estrés y tomar las medidas pertinentes para mitigarlo.

El estrés térmico se presenta tanto en condiciones de calor, como también en condiciones frías, estar en unas condiciones laborales que mantengan al cuerpo expuesto a la perdida de calor corporal traen repercusiones tanto o más graves que las del calor. Algunas de las ocupaciones en las que los trabajadores pueden llegar a sufrir problemas de estrés térmico por frio son: los trabajos al aire libre, el almacenamiento y transporte de alimentos refrigerados, los trabajos en cámaras frigoríficas o refrigeradas, entre otros.

[20]FERRAN BALLESTER DÍEZ, Meteorología y salud. Revista española de salud pública N°3. 1996, P251-259

Como afecta el clima

La temperatura atmosférica es una de las características del clima, es el grado de calor del aire en un lugar y tiempo determinados, además de ser el elemento meteorológico delimitador de la mayor parte de los tipos climáticos (climas templados, cálidos o fríos), es entonces la temperatura atmosférica uno de los criterios principales para caracterizar el clima.

Las medidas de la temperatura se obtienen de las mediciones en un lugar específico. La temperatura máxima, que es la mayor temperatura del aire alcanzada durante un día, o en un mes o en un año. La temperatura mínima, que de manera similar a la anterior se expresa diaria, o mensual o anual y es la mínima absoluta alcanzada y la temperatura media la cual se obtiene de los promedios entre las temperaturas máximas y mínimas.

Con las temperaturas medias mensuales se obtiene un gráfico de las temperaturas medias de un lugar para un año determinado (climograma, Figura 16).

Con estos mismos datos pero con una extensión de muchos años (30 o más) se obtiene el promedio estadístico de la temperatura en dicho lugar. Para el climograma además se tiene los datos del promedio de las lluvias mensuales de ese mismo lugar.

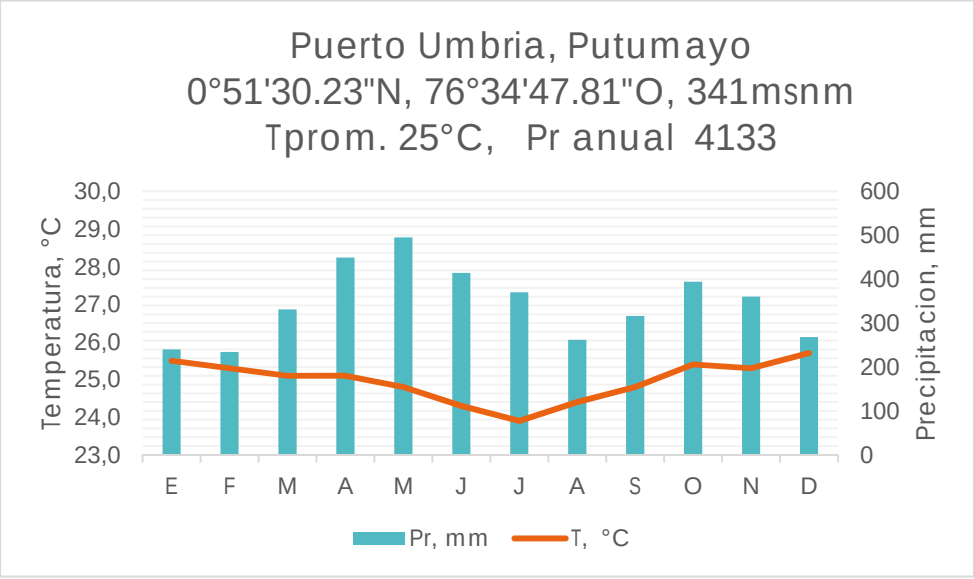


FIGURA 16 CLIMOGRAMA DE PUERTO UMBRIA PUTUMAYO

En el climograma de la Figura 16 se observa la cantidad de pluviosidad (lluvia) en cada mes (barras azules) y el promedio de las temperaturas medias mensuales (línea naranja). Con base en estos datos podemos determinar que se trata de una zona húmeda y cálida con dos picos de lluvias en marzo y octubre y una temporada fría en julio.

El origen del calor atmosférico es debido a la radiación solar, esta es la fuente de energía principal y podríamos decir que la única para la atmósfera terrestre. La radiación solar llega en forma de insolación (rayos de luz y calor), la radiación solar atraviesa la atmósfera sin calentarla, porque el aire es diatérmico, es decir, deja pasar los rayos solares sin calentarse. Cuando esta radiación solar llega a la superficie, sea esta terrestre o marítima, se transforma pudiendo calentar tanto agua como suelo, este calentamiento de la atmósfera terrestre entonces no es directo sino que se produce a partir de los rayos solares que son re-emitidos por la superficie terrestre ya después de estar caliente.

El calentamiento en las capas inferiores del aire se debe a dos fenómenos estrechamente relacionados; la mayor presión atmosférica del aire a baja altura, el aire comprimido puede absorber mucho más calor que el aire expandido, y el poco alcance de las ondas reflejadas las cuales pierden su energía térmica muy rápidamente después de ser emitidas, causa esta del fenómeno del espejismo (Figura 17), en el que el aire en contacto con el suelo se calienta tanto como para disminuir su densidad y producir una especie de espejo que distorsiona lo que vemos, el un día seco y soleado parece que al ver la superficie de las carreteras estas estuvieran mojadas.

FIGURA 17 ESPEJISMO[21]

Estos son dos elementos del clima (presión y temperatura) varían entre sí de manera inversa, cuanto mayor sea la temperatura del aire, menor será su presión (el aire asciende), de manera inversa, cuando el aire es más frío tiene una tendencia a descender, con lo que la presión atmosférica aumenta.

En aquellas zonas donde la temperatura del aire aumenta, el tiempo atmosférico tenderá a ser inestable y se pueden producir lluvias e incluso tormentas y huracanes, en el caso contrario, donde la temperatura del aire desciende, el tiempo será más estable y se presentarán días soleados con pocas nubes y con el ambiente seco.

Tenemos entonces que la temperatura depende de la radiación solar, es por esto que durante el día la temperatura es mayor que en la noche, y en las regiones tropicales, en las cuales tenemos una mayor insolación hace más calor que en aquellas zonas donde es menor, como en las zonas polares.

Pero también se debe considerar que la radiación varia en la superficie, esto se debe a tres factores la altitud, la latitud y la proximidad al mar. Además de los producidos por los movimientos de rotación (día y noche) y traslación de la tierra (estaciones).

[21] Tomado de http://reflexionesfotograficas.blogspot.com/2011/01/los-espejismos-fenomenos-de-la-luz.html

Actividades

Actividad 1 Indagar sobre temperatura

Esta actividad busca que los estudiantes, mediante la consulta autónoma de material bibliográfico y de referencia, amplíen su conocimiento del concepto en contextos diferentes.

Consultar:

1. ¿Tipos de termómetros?
2. ¿Qué son los pirómetros?
3. ¿Qué otras escalas de temperatura se utilizan?
4. ¿Para qué se usan los termostatos?
5. ¿En su casa hay cosas que cambien con la temperatura?, ¿Cuáles y que propiedad es la afectada?

Actividad 2 Midiendo la Temperatura

Esta actividad tiene por objeto la construcción de un termómetro casero, y su utilización, además del manejo y presentación de datos.

Conforme un grupo de máximo cinco integrantes y realice la siguiente práctica.

Construcción de un termómetro casero.

- Seguir las instrucciones del Anexo 2 y construir un termómetro casero
- En una hoja llevar el control de mediciones de tal forma que se completen tres mediciones diarias durante dos semanas. Es decir 30 datos. Estas mediciones deben ser a la misma hora buscando tener una medida del promedio quincenal de temperaturas en la mañana, mediodía y noche.
- Aplicar una escala a los resultados de la hoja de mediciones de tal forma que estos puedan ser representados gráficamente en una hoja de cálculo.
- Consignen en un informe las conclusiones y consideraciones que se obtuvieron de la práctica.

Actividad 3 Conversión de escalas de temperatura

Esta actividad busca reforzar las habilidades matemáticas para el cálculo de temperaturas expresadas en diferentes escalas. Además de un del manejo y presentación de datos.

Para los siguientes intervalos de temperatura realice la conversión correspondiente a las otras dos escalas. Ayudándose de una hoja de cálculo, grafique y determine la relación entre las escalas

- 35°C a 95°C.
- 5 °F a 305°F
- 0 K a 800 K

CLIMA

Sensación térmica

Cuando dicen que hay una temperatura de 19°C en Bogotá, y al salir a la calle se tiene una sensación de frio, puede hacer pensar que el registro está equivocado, esto se debe a que la temperatura del aire se mide con un termómetro, pero la temperatura que nuestro cuerpo percibe se encuentra afectada por otra serie de variables que el aparato no percibe, entre ellas encontramos el viento, el aire que rodea la piel, se encuentra a una temperatura diferente al resto, cuando hay viento este aire tiene mayor movilidad, esto es, un mayor intercambio de calor de nuestro cuerpo con el aire, por tanto si el aire esta frio, cedemos calor y tendremos una sensación de frio. En un clima húmedo y cálido el cuerpo tratara de equilibrar la temperatura por medio del sudor, pero por la humedad del aire esto no será efectivo dando una sensación de mayor temperatura, así el termómetro diga otra cosa.

Vientos

Las regiones alrededor del ecuador reciben más radiación solar que el resto del planeta. Esto causa una diferencia de temperatura entre las latitudes más altas y las más bajas. Se tienen entonces zonas de bajas y altas presiones. La atmósfera terrestre reduce esta diferencia mediante la circulación de aire formándose frentes de aire, tormentas, borrascas, etc.

Las corrientes de aire en nuestro planeta se mueven desde zonas de alta presión, a las de presión más baja. Así mismo se puede decir que los vientos se desplazan desde zonas de mayores temperaturas (calientes, trópicos) a zonas de menores temperaturas (frías, polos). La circulación del aire de esta manera genera un ciclo y este es llamado "celda de aire", la primera en determinarse y que debe su nombre a su descubridor es la "celda de Hadley", descubierta por el meteorólogo inglés George Hadley (1685 – 1768), quien en 1735 determinó que el aire caliente asciende cerca del Ecuador, se desplaza a latitudes boreales y australes, se enfría, desciende y regresa de nuevo a las zonas ecuatoriales (Figura 18).

Los movimientos terrestres también influyen en el clima, actúan cambiando la trayectoria de los vientos gracias a una fuerza llamada "*Fuerza de Coriolis*", que acelera a estos hacia la derecha en el hemisferio norte. Por lo que el viento tratara subir el aire desde el ecuador hacia el norte en las capas bajas y hacia el sur en las capas más alta, cerrando la circulación. Cerca a los de los 30° de latitud en ambos hemisferios la fuerza de Coriolis evita que este ciclo se cierre, dividiéndolo en células o cinturones de bajas y altas presiones.

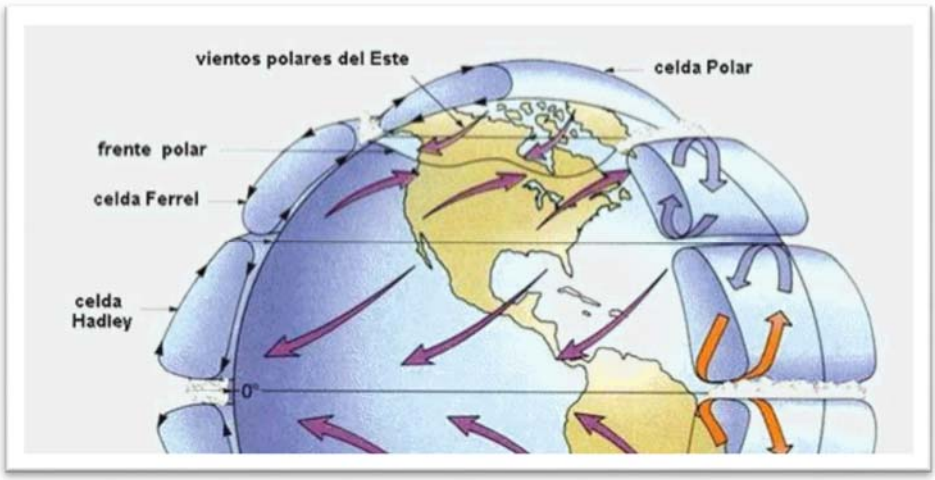


FIGURA 18 VIENTOS[22]

[22] Tomado de: http://www.tayabeixo.org/sist_solar/tierra/mov_atmosfera.htm

La superficie terrestre afecta las corrientes de otra manera, solo las capas más bajas se ven afectadas por las montañas, su efecto es un aumento en la velocidad de circulación, este efecto en teoría es el que debería ser aprovechado para la generación eléctrica por energía eólica.

Hay algunos procesos atmosféricos donde no hay un mayor intercambio de calor, están limitados solo al aumento o disminución del volumen, y la temperatura, producto esto de un cambio de presión, en otras palabras, cuando una masa de aire sube por una ladera, la presión disminuye, disminuye la temperatura y luego también su volumen aumenta, cuando supera la cuesta, baja y ocurre el fenómeno contrario, disminuye su volumen, aumenta su presión y aumenta su temperatura, estos aumentos pueden llegar a ser de 10°C por cada kilómetro, un ejemplo de ello es el viento Chinook (Figura 19).

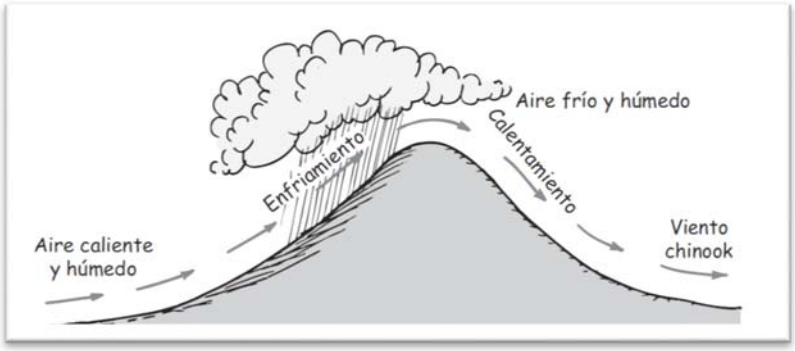


FIGURA 19 VIENTO CHINOOK[23]

Huracanes

El huracán es el más intenso de los fenómenos meteorológicos. Son sistemas de baja presión con una alta pluviosidad y actividad eléctrica, los vientos en un huracán rotan de forma anti horaria en el hemisferio Norte. También se llaman ciclones y si tiene vientos menores o iguales a 62 km/h son llamado depresión tropical. Cuando los vientos alcanzan velocidades de 63 a 117 km/h se llama tormenta tropical y al ser mayores a los 118 km/h se convierte en huracán.

Además de la velocidad del viento la principal diferencia entre los tres tipos de ciclones tropicales es su organización, la depresión tropical tienes nubosidad y lluvia pero las bandas espirales no están bien definidas. La tormenta tropical con bandas espirales que se encuentran en centro del sistema y el huracán que se presenta en toda la troposfera con bandas espirales de lluvia bien definidos.

FIGURA 20 HURACÁN[24]

[23] Tomado de: HEWIT, P. G. (2007, DECIMA EDICIÓN). Física Conceptual. MÉXICO: Pearson. Pág. 347

[24] Tomado de http://www.wveatv.com/huracanes/que-es-un-huracan/

La palabra "huracán" viene del dios Maya "hurakan", quien, según los mayas, esparció su aliento a través de las caóticas aguas del inicio de los tiempos, creando la tierra.

FIGURA 21 EFECTOS DE UN HURACÁN[25]

Los efectos de un huracán pueden llegar a ser devastadores (Figura 21), destruyendo ciudades enteras como ocurrió con el Katrina en Estados Unidos en el 2005. Este huracán fue el más intenso de los últimos años con un saldo mayor a las 1800 víctimas y destruyendo en el caso dela ciudad de Nueva Orleans el 84% de la misma.

Efecto invernadero y Calentamiento global

Efecto invernadero, se define así al calentamiento que se produce en la Tierra cuando ciertos gases de la atmósfera atrapan el calor en ella. Estos gases dejan pasar la luz solar pero retiene el calor como sucede en un invernadero.

Como se vio antes la luz solar llega hasta la superficie terrestre, allí es absorbida y luego vuelve a la atmósfera en forma de calor, en la atmósfera se encuentran en diversas concentraciones los gases de invernadero estos retienen parte de este calor, la restante escapa al espacio. Cuantos más grande sea dicha concentración de gases de invernadero, más calor es retenido.

FIGURA 22 DESHIELO DE LOS POLOS[26]

[25] http://www.wveatv.com/huracanes/que-es-un-huracan/

[26] Tomado de http://www.webnoticias.co/ver-noticia/2013-07-calentamiento-global-no-es-nada-nuevo-tiene-5-millones-de-anos/

Se conoce del efecto invernadero desde mediados de 1824, cuando Joseph Fourier[27] explicó que la Tierra sería más fría si no hubiera atmósfera. El efecto invernadero es responsable de que la Tierra sea apta para la vida, de no ser por él, la superficie de la Tierra estaría unos 16 grados Celsius más fría. Posteriormente se descubrió que los humanos podrían aumentar el efecto invernadero aumentando la producción de dióxido de carbono (gas de invernadero).

Se denomina calentamiento global al continuo aumento en los niveles de temperatura que han sido observados en diferentes zonas del planeta, como es evidente en los polos con el deshielo de los mismos. Lo que la ciencia nos dice al respecto es que estos cambios en la temperatura del planeta y de los niveles de estos gases de efecto invernadero obedecen a un equilibrio cíclico que ha llevado a la tierra por diferentes eras del hielo, para luego entrar en eras cálidas. Sin embargo, y aun cuando son cambios naturales en la dinámica del planeta, estos cambios producen que muchas especies no soporten los efectos por el producido, extinguiéndose, el hombre es responsable de su aumentar la rapidez con que este fenómeno se presenta, pero no se puede gobernar la naturaleza.

A menudo se utilizan el término "cambio climático" en lugar de calentamiento global, esto dado que la temperatura media de la Tierra aumenta, luego los vientos y las corrientes oceánicas reparten este calor por todo el planeta, provocando que se enfríen algunas zonas, calentado otras y cambiando los ciclos y la intensidad de las lluvias y la nieve. Es así como tenemos por resultado un clima que cambia de manera diferente en las diferentes áreas del globo.

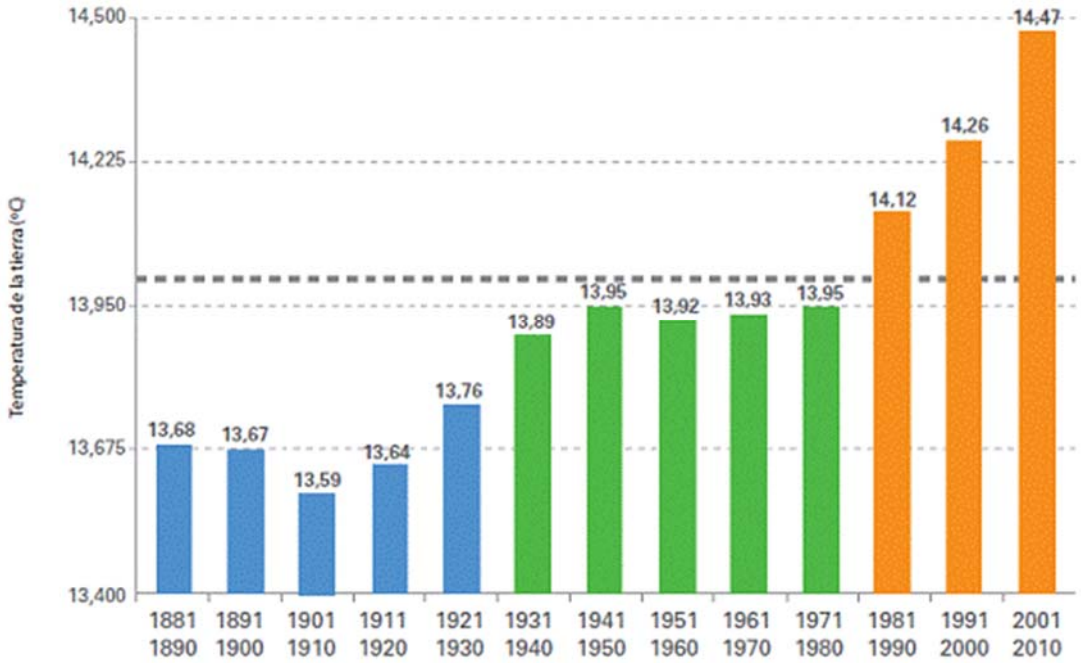


FIGURA 23 LÍNEA TIEMPO CALENTAMIENTO GLOBAL[28]

En la Figura 23 encontramos un registro histórico de la Temperatura (°C) en decenas de años, elaborado a partir de las mediciones de temperatura del aire a nivel mundial sobre la superficie terrestre y la superficie del mar. Estas fueron obtenidas de manera combinada a partir del promedio de tres conjuntos de datos independientes aportados por el Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido, el Centro Nacional de Datos Climáticos de la NOAA y el Instituto Goddard de Investigaciones Espaciales.

La línea gris horizontal indica el valor medio que se esperaba a largo plazo para el período 1961-1990 (14 °C). Este valor ya lo hemos superado.

[27] Jean-Baptiste Joseph Fourier (Auxerre, 21 de marzo de 1768 - París 16 de mayo de 1830), matemático y físico francés

[28] Tomado de: http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_976_es.html

Fenómeno del niño

Tanto el fenómeno conocido como "el Niño" y su fase opuesta llamado "la Niña" causan la mayor variabilidad climática en la zona tropical del océano Pacifico (Figura 24). Son cíclicos pero con una alta variabilidad, cambian el movimiento de las corrientes marinas, estas son relativamente más cálidas (El Niño) o más frías (La Niña) de lo normal en el océano Pacífico, en su zona tropical central y oriental, esto es, la zona comprendida frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia.

Estos cambios en la temperatura a nivel superficial y sub-superficial del océano son asociadas con el debilitamiento de los vientos alisios del Este y con el movimiento de las corrientes cálidas profundas del oeste al centro del océano Pacífico, por su localización geográfica, Colombia es susceptible a estos cambios y recibe de forma directa los procesos que se llevan a cabo en el sistema océano-atmósfera del Pacifico tropical, se ha podido establecer que la intensidad de los fenómenos "El Niño" y "La Niña" se relacionan directamente con los cambios registrados en la temperatura.

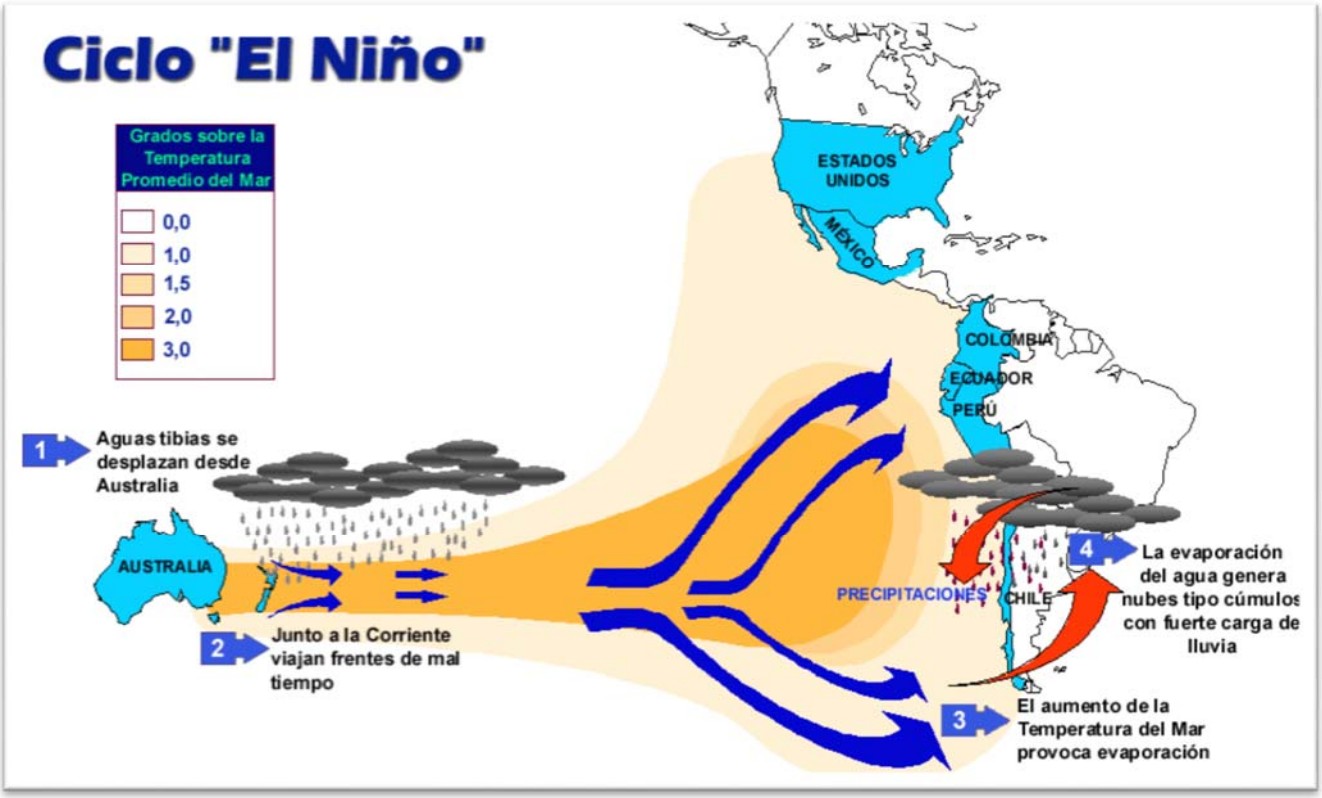


FIGURA 24 FENÓMENO DEL NIÑO[29]

[29] Tomado de http://www.canalazul24.com/?p=14673

Actividades

Actividad 1 Indagar sobre clima

Esta actividad busca que los estudiantes, mediante la consulta autónoma de material bibliográfico y de referencia, amplíen su conocimiento del concepto en contextos diferentes.

Consultar:

1. ¿Tipos de clima?
2. ¿Qué son los pisos térmicos?
3. ¿Qué otras clasificaciones del clima se utilizan?
4. ¿Para qué se usan los satélites climáticos?
5. ¿Qué significa estado del tempo?
6. ¿Cuál es la diferencia entre clima y tiempo?

Actividad 2 Predicción del clima

Esta actividad tiene por objeto la lectura de información climática y su análisis respectivo

Conforme un grupo de máximo cinco integrantes y realice la siguiente práctica.

Consulte la siguientes paginas climáticas y durante una semana elaboren una bitácora en la cual conjuntamente consignen las predicciones climáticas correspondientes a la región o ciudad donde residen, confronten la predicción con lo ocurrido y de igual manera consígnenlo.

- http://espanol.weather.com/weather/today-Bogota-COXX0004?fromSearch=true
- http://www.tiempo.com/bogota.htm
- http://www.tutiempo.net/bogota.html
- http://www.wunderground.com/q/zmw:00000.1.80222.
- http://pronosticos.ideam.gov.co/jsp/index.jsf#

En un informe expresen sus conclusiones, además de una opinión del grupo acerca del beneficio que para ustedes o sus familiares puede brindar conocer esta información.

GLOSARIO

Absoluto: Que existe con independencia de cualquier relación o comparación, como la masa de un cuerpo, que es un valor absoluto porque no depende del lugar en que esté situado.

Diatérmico: se dice del cuerpo que da paso fácilmente al calor.

Fenómeno: Manifestación de una actividad que se produce en la naturaleza: las lluvias, la nieve y el granizo son fenómenos atmosféricos.

Fluido: Sustancia cuyas moléculas presentan gran movilidad y se desplazan libremente debido a la poca cohesión existente entre ellas: los fluidos (es decir, los líquidos y los gases) adoptan la forma del recipiente que los contiene.

Fuerza: Capacidad física para hacer un trabajo o un movimiento: fuerza muscular; la fuerza del viento.

Gravimétrico: Estudio de la gravitación terrestre y medición de sus variaciones en los diversos lugares.

Invernadero: Lugar cubierto en el que se crea artificialmente un clima adecuado para el cultivo de plantas fuera de su ámbito natural.

Meteoro: Fenómeno natural no permanente que se produce en la atmósfera: el viento, la nieve y los rayos son meteoros.

Pluviosidad: Cantidad de lluvia que cae en un lugar y en un periodo de tiempo determinados.

Radiación: Energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio.

Resistividad: Resistencia eléctrica específica de una determinada sustancia.

Semiconductor: Son sustancias que se transforman de aislantes a conductores eléctricos por la adición de determinadas impurezas. Se usan en la fabricación de transistores, chips y derivados.

Sinóptica: Que presenta las partes principales de un asunto de manera clara, rápida y resumida.

Térmico: Perteneciente o relativo al calor o la temperatura.

Termistor: es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura

Transductor: Aparato que transforma la potencia eléctrica de una corriente en otro tipo de energía (mecánica, sonora, etc.), o viceversa.

Vectorial: Toda magnitud en la que, además de la magnitud, hay que considerar el punto de aplicación, la dirección y el sentido. Las fuerzas son vectores.

ANEXOS

Anexo 1.

Construcción de un barómetro casero. Tomado de http://es.wikihow.com/hacer-un-bar%C3%B3metro-casero
Ver también el video. http://www.youtube.com/watch?v=JmyEnoxQno8

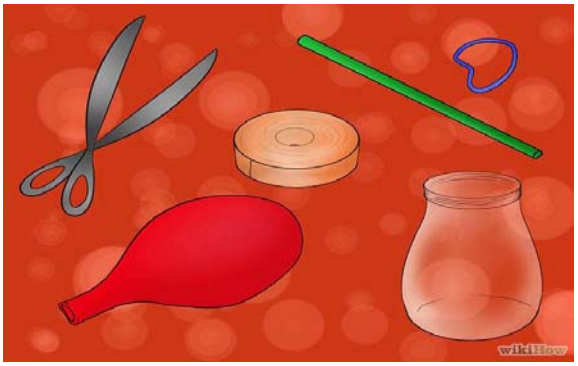
Hacer tu propio barómetro es sencillo y es perfecto para un proyecto de ciencias o para pasar un día lluvioso dentro de casa. Todo lo que necesitas es un vaso, un sorbete o pajilla, un globo y algunas herramientas que podrás encontraren casa. El producto terminado te permitirá saber la presión atmosférica y este es el dato que los meteorólogos usan para hacer las predicciones del tiempo.

Elementos

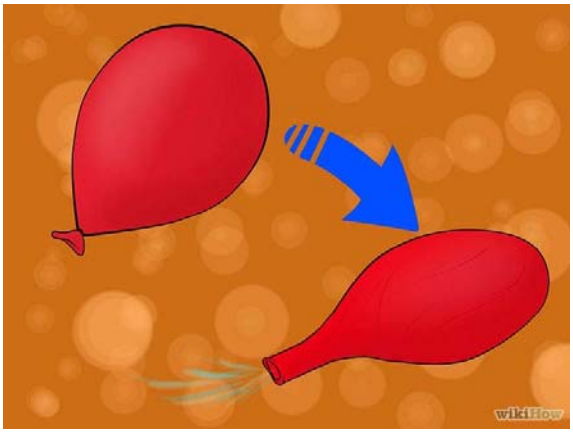
- Un globo o guante de látex
- Un vaso o frasco pequeño de boca ancha
- Un sorbete
- Una banda elástica
- Cinta adhesiva
- Una hoja de papel en blanco
- Tijeras y lápiz

Pasos

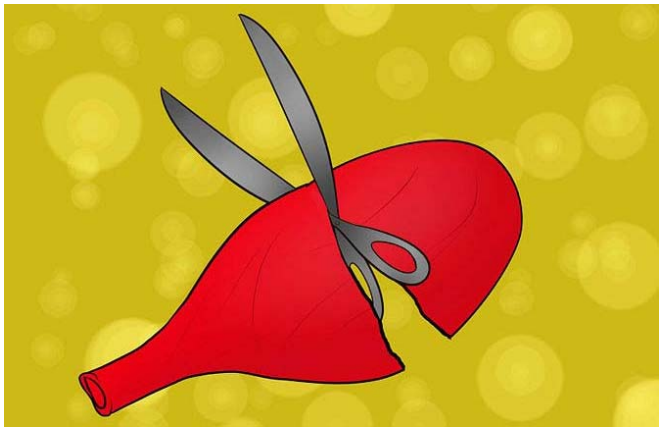
1. Reúne las cosas que necesitas. Los materiales son: Tijeras, cinta adhesiva, un globo, un frasco, una banda de goma elástica, un sorbete.



2. Infla el globo hasta su límite y luego deja salir el aire. Esto estirará el globo



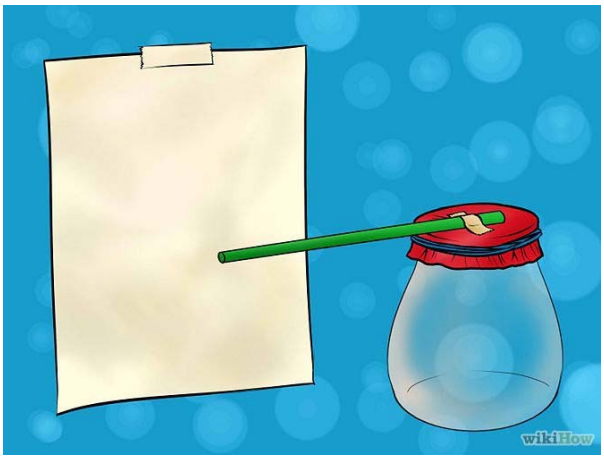
3. Corta el globo por la mitad. Descarta la pieza superior, donde va el cuello.



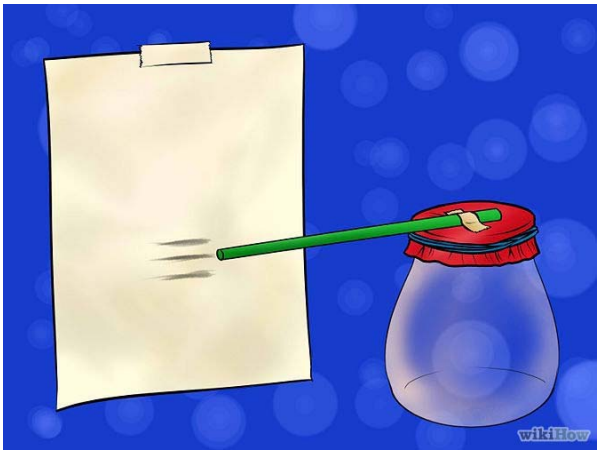
4. Toma la parte inferior del globo y cubre la boca del frasco. Asegúrate que se encuentra firme usando la banda elástica alrededor de las ranuras del frasco. Revisa que no existan fugas de aire; la idea es que no entre o salga aire del frasco.

5. Con la ayuda de la cinta adhesiva, coloca el sorbete encima del globo con el pedazo de cinta adhesiva ubicado a 2 cm del extremo de la pajilla. Asegúrate que quede al centro del globo para meter la pajilla en el orificio.

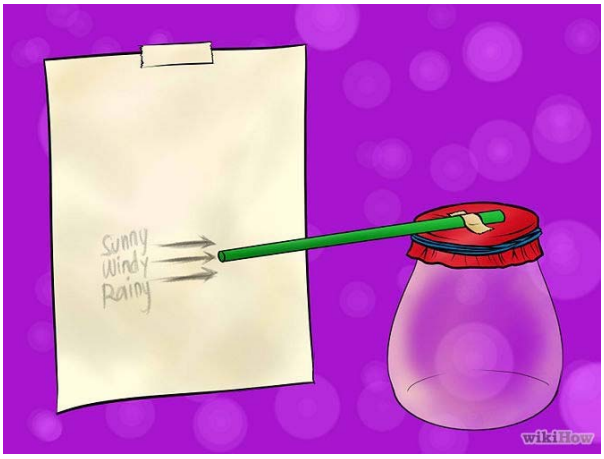
6. Coloca el frasco cerca de una pared y coloca una hoja de papel atrás del frasco



7. Marca la posición actual de la pajilla en el papel. Asegúrate que el papel esté colocado de modo que exista la posibilidad de colocar más marcas según sean necesarias.



8. Revisa la pajilla a determinados intervalos de tiempo y marca el lugar en el que se encuentra. Haz esto por unos días y añade algunos comentarios mencionado el tiempo que hacía en ese momento, "lluvioso", "ventoso", "soleado", cerca de cada marca que hagas. Registra el progreso por tres a cuatro días. Revisa las marcas y el tiempo que se registró para cada una de ellas. ¿Notas algo? ¿Es posible decir cómo estará el tiempo y cuándo cambiará? Mira la sección de consejos para las respuestas.



Recomendaciones

- Este es un elemento delicado. Colócalo lejos del tráfico peatonal y de la actividad diaria.
- A medida que el sorbete se mueve hacia arriba con una mayor presión de aire, los días deberían ser más soleado. A medida que el sorbete baja, el cielo puede ponerse gris y que deben esperar el tiempo nublado o lluvioso en el camino.
- Observa también que el sorbete se mueve hacia arriba o hacia abajo justo antes de un cambio de tiempo y a que un cambio en el tiempo típicamente coincide con un cambio en la presión atmosférica.
- Trata de tomar cada lectura a la misma temperatura, ya que el aire se expande cuando se calienta y se contrae cuando se enfría, lo que también mueve el indicador del sorbete.
- Prueba hacer esto en un período de tiempo más largo si hay una semana de lluvia o una semana de sol. Trata de elegir las estaciones que faciliten el acercamiento de los mayores cambios durante un corto período de tiempo en tu parte del mundo.

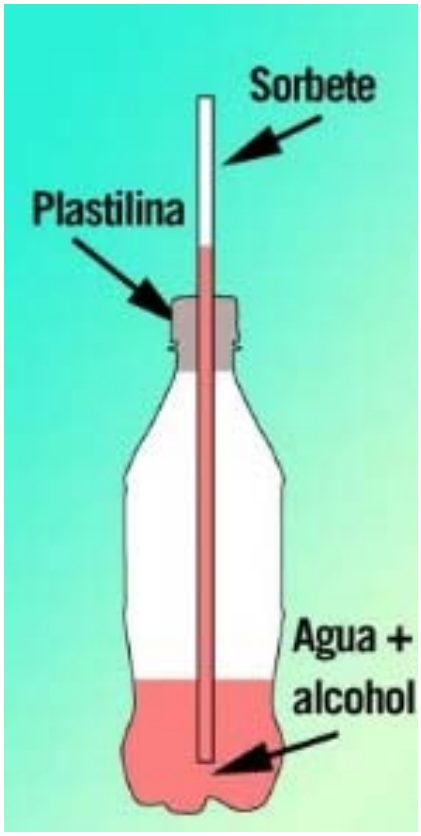
- Al poner globo sobre el frasco, se quedó atrapado aire a una presión determinada. El globo ahora indica cambios en la presión atmosférica, es decir, la presión del aire a tu alrededor. Una presión de aire mayor empuja el globo dentro del frasco y hace que suba el sorbete. Por el contrario, el aire en el interior del frasco se expande contra la presión más baja y aumentará el volumen del globo, lo cual mueve el sorbete hacia abajo. El sorbete hace que sea más fácil ver los movimientos del globo.
- Verifica tus resultados con la presión de los informes meteorológicos para tu área. Si no lo haces correctamente, sigue intentándolo hasta que lo hagas bien.

Advertencias

- Los globos son un peligro de asfixia y no debe ser utilizado por niños pequeños sin supervisión de un adulto.
- Asegúrate de que no hayan huecos o agujeros de aire en el globo durante el experimento, esto afectará el resultado.
- No dejes el globo bajo el sol, esto afectará la temperatura del frasco y la membrana eventualmente se romperá.

Anexo 2

Construcción de un termómetro casero[30]



Materiales
- Una botella mediana (medio litro) preferiblemente de plástico.
- Alcohol isopropílico.
- Un pitillo para gaseosas.
- Plastilina.
- Agua.

Armando nuestro termómetro

Para empezar, limpiamos muy bien la parte externa e interna de la botella plástica, se puede lavar con lagua y jabón de loza, enjuagamos bien y dejamos secar. Una vez seca la botella, la llenamos con agua hasta que quede libre tan sólo un cuarto de la botella.
Seguidamente, agregamos cerca de un cuarto de alcohol, esperamos que se asienten los líquidos y luego, colocamos el pitillo dentro de la botella evitando que este se hunda hasta el fondo.
Con ayuda de la plastilina, fijamos el pitillo a la botella para evitar fugas de alcohol al ambiente, y ya tenemos listo nuestro termómetro casero. Ahora, realizaremos pruebas para verificar su funcionamiento.

[30] http://comohacer.eu/como-hacer-un-termometro-casero/

Verificando el funcionamiento

Para verificar el funcionamiento del termómetro, vamos a colocarlo en un lugar caliente, como la cocina de nuestra casa, o cerca de un bombillo y verificamos como se mueve el líquido dentro del pitillo.
Marcamos con un lápiz y repetimos la prueba en un lugar más fresco o frío, realizamos nuevamente la medida y vemos cómo cambia el comportamiento del líquido dentro del pitillo.

Cómo funciona

El funcionamiento es bastante sencillo, la mezcla de 75% de agua y 25% de alcohol es bastante sensible al calor. Cuando acercamos la botella a un ambiente donde la temperatura es elevada, el calor es transferido dentro de la botella por conducción y el movimiento molecular hace que el líquido suba por el pequeño tubo de plástico (pitillo), permitiéndonos realizar una medida de temperatura.
El proceso inverso ocurre en ambientes fríos. Si realizamos varios experimentos con temperaturas patrones conocidas, podemos crear una escala y tener un termómetro casero muy funcional.